This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

279.6 duplicate

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

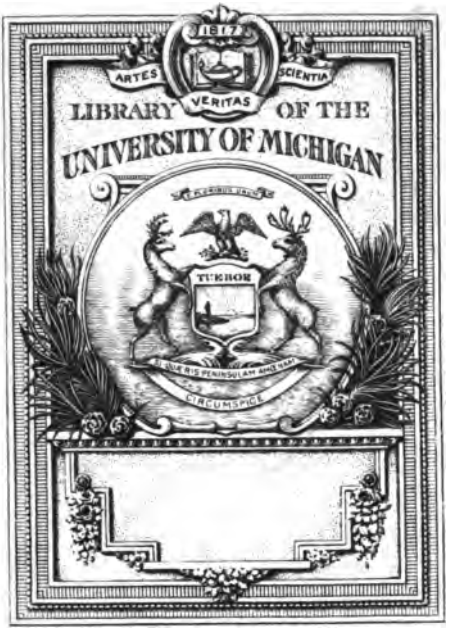
Founded by private subscription, in 1861.

From the Library of LOUIS AGASSIZ.

No. 6195.

Rec'd Oct. 26th 94.

Science Library
QH
306
.R735
v. 2


1817
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

Die Natur

ihre

Wunder und Geheimnisse,

oder die

Bridgewater-Bücher.

Aus dem Englischen

vom

Redakteur des Morgenblattes

Dr. Hermann Hauff

und Andern.

Vierter Band.

Stuttgart,

1837.

Verlag von Paul Neff.

Die

Erscheinungen und Gesetze

des Lebens,

oder

populäre vergleichende Physiologie

der

Pflanzen- und Thierwelt.

Aus dem Englischen

des P. M. Roget,

von

Dr. F. M. Duttenhofer.

Zweiter Band. — Mit Abbildungen.

Stuttgart,

1837.

Verlag von Paul Neff.

Sechstes Kapitel.

Seite

Von der Zubereitung der Nahrung.

§. 1. Von der Aufnahme flüssiger Nahrungsstoffe 84
§. 2. Von der Aufnahme fester Nahrungsstoffe 88
§. 3. Von dem Kauen mittelst der Zähne 104
§. 4. Von der Bildung und Entwicklung der Zähne 117
§. 5. Von der Zerkleinerung der Nahrungsstoffe in den Höhlen des Körpers 127
§. 6. Vom Schlingen 133
§. 7. Von den zur Aufbewahrung des Futters bestimmten Höhlen 136

Siebentes Kapitel.

Von der Verdauung 138

Achtes Kapitel.

Die Chelification 155

Neuntes Kapitel.

Von der Aufsaugung des Milchsaftes 170

Zehntes Kapitel.

Vom Kreislaufe.

§. 1. Vom Kreislaufe ohne Gefäße 175
§. 2. Vom Kreislaufe innerhalb der Gefäße 179
§. 3. Vom Athmungs-Kreislaufe 199
§. 4. Von der Vertheilung der Blutgefäße 210

Eilftes Kapitel.

Die Respiration.

§. 1. Von der Respiration im Allgemeinen 221
§. 2. Von der Respiration im Wasser 236
§. 3. Von der Respiration der gasförmigen Luft 236

Zwölftes Kapitel.

Ausscheidung, Secretion 257

Dreizehntes Kapitel.

Aufsaugung, Absorption 266

Vierzehntes Kapitel.

Nervenkraft 269

Zweiter Theil.

Lebensverrichtungen.

I. Capitel.

Von den Zwecken der Ernährung.

Die verschiedenen mechanischen Einrichtungen und Eigenthümlichkeiten des Organismus, welche in dem ersten Theile dieser Abhandlung unsere Aufmerksamkeit beschäftigt haben, sind zur Erhaltung des Lebens und zur Thätigkeitsäußerung der Lebenskräfte nothwendig. Allein, so außerordentlich künstlich auch der Organismus zusammengesetzt seyn mag und so bewundernswerth die berechnende Vorsicht erscheint, welche zum Schutz und zur Sicherung dieses vollendeten Mechanismus und zur Bewahrung der Einheit und Harmonie seiner zusammengesetzten Bewegungen aufgewendet wurde, so enthält er doch in sich selbst die Elemente seiner Zerstörung; denn der thierische Mechanismus ebensowohl, als jedes andere mechanische Kunstwerk, ist dem Gesetze unterworfen, durch fortdauernden Gebrauch sich abzunützen und aufzureiben. Nicht blos in den heftigeren Bewegungen der Glieder, sondern auch in den mehr verborgenen und feineren Thätigkeitsäußerungen der inneren Organe, finden wir Spuren der Wirkungen verschiedener Ursachen, die unvermeidlich zu der zuletzt erfolgenden

Vierter Theil.

Von den Gesetzen und Erscheinungen der organischen Fortpflanzung.

Erstes Kapitel.

Seite

Entstehung und Fortpflanzung der Arten 457

Zweites Kapitel.

Gesetze und Erscheinungen der organischen Entwicklung 471

Drittes Kapitel.

Zerfall und Auflösung des Organismus 487

Viertes Kapitel.

Einheit des Schöpfungsplanes der organischen Welt 491

Zweiter Theil.

Lebensverrichtungen.

I. Capitel.

Von den Zwecken der Ernährung.

Die verschiedenen mechanischen Einrichtungen und Eigenthümlichkeiten des Organismus, welche in dem ersten Theile dieser Abhandlung unsere Aufmerksamkeit beschäftigt haben, sind zur Erhaltung des Lebens und zur Thätigkeitsäußerung der Lebenskräfte nothwendig. Allein, so außerordentlich künstlich auch der Organismus zusammengesetzt seyn mag und so bewundernswerth die berechnende Vorsicht erscheint, welche zum Schutz und zur Sicherung dieses vollendeten Mechanismus und zur Bewahrung der Einheit und Harmonie seiner zusammengesetzten Bewegungen aufgewendet wurde, so enthält er doch in sich selbst die Elemente seiner Zerstörung; denn der thierische Mechanismus ebensowohl, als jedes andere mechanische Kunstwerk, ist dem Gesetze unterworfen, durch fortdauernden Gebrauch sich abzunützen und aufzureiben. Nicht blos in den heftigeren Bewegungen der Glieder, sondern auch in den mehr verborgenen und feineren Thätigkeitsäußerungen der inneren Organe, finden wir Spuren der Wirkungen verschiedener Ursachen, die unvermeidlich zu der zuletzt erfolgenden

Auflösung und Zerstörung desselben führen müssen. Beständige Reibung muß nothwendig bei den härteren Theilen des Körpers einen Substanzverlust zur Folge haben, während Verdünstung eine immerwährende Abnahme der Flüssigkeiten bewirkt. Die wiederholten Thätigkeitsäußerungen der Muskeln führen gewisse Veränderungen sowohl in Beziehung auf die mechanischen Eigenschaften, als chemische Zusammensetzung dieser Organe herbei, welche die Zusammenziehungskraft derselben schwächen, und die, wenn sie dennoch fortgesetzt werden, in kurzer Zeit diese Organe unfähig machen, ihre eigenthümlichen Lebensverrichtungen länger zu äußern. Ganz dieselbe Beobachtung hat man auch in Beziehung auf die Nerven und alle übrigen Systeme und Gebilde des Organismus gemacht. Um daher diesen stetigen Ursachen des Zerfalls des Organismus entgegen zu wirken, mußte nothwendig die Einrichtung getroffen werden, einen beständigen Zufluß jener eigenthümlichen Stoffe, deren die einzelnen Organe zum Wiederersatz ihrer abnehmenden Thätigkeit bedürfen, im Gange zu erhalten.

Es ist klar, daß die Entwicklung der Organe und das allgemeine Wachsthum des Körpers die Hinzufügung und Aneignung neuer, von Außen aufgenommener Theile erfordert. Denn das Wachsthum eines organischen Körpers besteht keineswegs in der bloßen Ausdehnung eines vorher verdichteten und zusammengepreßten Gewebes und in der Ausfüllung seiner leeren Zwischenräume mit unorganischer Materie, sondern das neue Material, welches dem Körper hinzugefügt wird, muß von den bereits vorhandenen Stoffen und Gebilden organisch aufgenommen und angeeignet und der belebten Materie vollkommen ähnlich gemacht werden. Indessen finden wir doch auch zuweilen Gebilde, die im thierischen Körper entstanden sind, deren Natur und Beschaffenheit demungeachtet gänzlich von denjenigen Organen verschieden ist, aus welchen sie ihren Ursprung nahmen.

Dazu kommt noch weiter, daß eine Menge von Material zum Wiederersatz zufälligen Verlustes, welchem im Verlaufe der Zeit der Körper unvermeidlich ausgesetzt ist, verbraucht wird.

Gleich einem Fahrzeuge, das für eine lange Seereise ausgerüstet und mit allem Nothwendigen versehen wird, um gegen die verschiedenen Gefahren, welche Stürme, Eisberge und Untiefen demselben drohen, ankämpfen zu können, mußte auch der thierische Organismus, wenn einmal ins Daseyn gerufen, mit einer Menge solcher Stoffe versehen seyn, welche zur Ausgleichung gelegentlicher Verluste dienen könnten. Er mußte ferner in sich selbst die Quellen der dazu nothwendigen Kräfte enthalten, welche, wenn solche Veranlassungen es verlangen, sogleich in Thätigkeit gesetzt werden können.

Jeder einzelne der so eben aufgezählten Umstände würde zwar schon an und für sich hinreichend seyn, die Nothwendigkeit einer ununterbrochenen Ernährung für die Lebensunterhaltung organischer Wesen darzuthun. Allein es sind noch andere Ursachen vorhanden, welche, vom physiologischen Standpunkte aus betrachtet, gleich wichtig sind, aus der innersten Natur des Organismus hervorgehen, und ebenfalls jenen beständigen Wiedererſatz gebieterisch verlangen, und diese sind es nun, welche wir sogleich genauer auseinander setzen wollen.

Stets fortdauernde Umbildung und Veränderung scheint eine der allerbezeichnendsten Eigenschaften des Lebens zu seyn; daher müssen auch diejenigen unorganischen Stoffe, welche mit Leben begabt werden sollen, mit Rücksichtnahme auf jene beständig vor sich gehende Umwandlungen, die in jedem Zeitpunkte des Daseyns organischer Wesen selbst wieder verschieden sind, ausgewählt und mit einander vereinigt werden. Der Künstler, welcher eine Maschine zu ununterbrochenem Gebrauche erbauen und sie so viel möglich vor dem Abnützen durch Reibung oder andere Zufälle sichern wollte, würde natürlich zu diesem Zwecke die härtesten und unveränderlichsten Materialien, wie Metalle, Steinarten u. s. w. auswählen. Beim Zusammensetzen einer Uhr z. B. würde er die Räder von Messing, die Feder und Kette von Stahl machen, und für die Zapfen, um welche eine unaufhörliche Umdrehung stattfindet, würde er den härtesten aller Stoffe, den Diamant, anwenden. Ein solcher einmal vollendeter Mechanismus, in welchem die gewöhnlichen Ursachen

der Zerstörung vermieden wurden, könnte wahrscheinlich für eine unbestimmte Periode in demselben Zustande verharren. Ganz entgegengesetzt aber sind die Grundsätze, nach welchen bei der Bildung organischer Körper verfahren, ganz verschieden die Zwecke, welche hiebei im Auge behalten werden mußten. Denn damit diese zur Vollbringung ihrer Lebensverrichtung fähig gemacht würden, mußten sie die Eigenschaft erhalten, manchfachen Wechsel und die verschiedenen Umwandlungen, wie solche theils durch die fortschreitenden Entwicklungsstufen, theils durch die Einwirkung manchfacher äußerer Umstände herbeigeführt werden, durchmachen zu können. Die Stoffe, welche die Natur zu ihrer Bildung verwendet hat, sind daher weder reine Elementarstoffe, noch ihre einfacheren und festeren Verbindungen. Es sind vielmehr solche Zusammensetzungen der Urstoffe, welche eine sehr plastische Eigenschaft haben, welche veränderliche Mengenverhältnisse ihrer Bestandtheile erlauben und zahlreiche Modificationen in ihren Mischungen einzugehen fähig sind. Die unendliche Wandelbarkeit dieser Verbindungen ist auch in der That so groß, daß, obschon die Chemie vollkommen im Stande ist, organische Substanzen bis in ihre letzten Bestandtheile zu zerlegen, es dennoch keiner menschlichen Kunst gelingt, dieselben wieder zu den nämlichen organischen Verbindungen zusammenzusetzen, aus denen sie abgeschieden wurden, weil es einzig und allein die Lebenskraft ist, welche solche Verbindungen und Zusammensetzungen der Elementarstoffe hervorzubringen vermag.

Als einen Beleg zu diesen Behauptungen dürfen wir nur eines der einfachsten organischen Produkte, den Zucker, anführen. Es ist dies eine Substanz, welche von neueren Chemikern schon oft mit der größten Genauigkeit in ihre Elementarbestandtheile zerlegt worden ist; allein sie aus den letzteren künstlich wieder zusammenzusetzen, ist eine Aufgabe, welche trotz allen Bemühungen der Naturforscher bis jetzt ungelöst geblieben ist. Denn obgleich die Chemie unter den Naturwissenschaften einen sehr hohen Rang einnimmt und die Künste mit unschätzbaren Entdeckungen bereichert hat, ungeachtet sie uns so manche geheime Wirkungskräfte der Natur entschleierte und die gewaltigsten Mittel, um auf die

Materie einzuwirken, in unsere Hände legte; und trotz den kräftigsten Handgriffen und Methoden zum Zersetzen und Zerlegen, mit welchen dieselbe ausgerüstet ist, vermag sie doch das nicht mehr zu vereinigen, was einmal getrennt wurde. Mit Hülfe der Chemie sind wir zwar befähigt, einigermaßen den Werth desjenigen zu schätzen, was wir durch andere Kräfte ausgeführt antreffen; aber die Nachahmung des von der Natur geschaffenen Vorbildes, wenn auch nur annäherungsweise, steht weit über all' unserem Wissen und Können. Kein Mittel, das irgend ein chemisches Laboratorium darbietet, und keine Verfahrungsart, welche der scharfsinnigste Scheidekünstler auszudenken vermochte, haben jemals jene verwickelten und feinen Operationen nachahmen können, welche von der Natur im organischen Gewebe der lebenden Pflanzen und Thiere in geheimnißvoller Stille vollbracht werden.

Die Elementarstoffe der organischen Körper sind nicht sehr zahlreich; die hauptsächlichsten derselben sind: Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor, in Verbindung mit einer kleinen Anzahl von alkalischen, erdigen und metallischen Basen. Diese Elementarstoffe sind auf verschiedene Art vereinigt, so daß sie gewisse eigenthümliche Verbindungen bilden, welche, ob sie gleich nach Umständen zahllose Modificationen anzunehmen im Stande sind, dennoch solche allgemeine und sich gleichbleibende Kennzeichen besitzen, daß sie in gewisse Abtheilungen geordnet werden können, welche man mit dem Namen der „näheren Bestandtheile organischer Körper" zu bezeichnen, und nach derjenigen Substanz, welche die wesentlichen Kennzeichen der Klasse am deutlichsten und bestimmtesten zeigt, zu benennen pflegt. So haben wir im Pflanzenreiche: Holzstoff, Gerbestoff, Schleim, Oel, Zucker, Satzmehl u. s. w.; im Thierreiche: Leim, Eiweiß, Faserstoff, Schleim, Entomoline, Eläin, Stearin und viele andere.

Die chemische Zusammensetzung dieser sogenannten näheren organischen Bestandtheile bildet einen auffallenden Gegensatz mit der Zusammensetzung der unorganischen Körper des Mineralreichs. Die Gesammtzahl der Elemente, welche in der Natur gefunden werden, übersteigt zwar um vieles die Anzahl derje-

nigen einfachen Urstoffe, welche in die näheren Bestandtheile der Thier- und Pflanzenwelt eingehen. Aber im unorganischen Reiche begegnen uns immer viel einfachere Verbindungen, die in der Mehrzahl der Fälle sich in wenige Bestandtheile zerlegen lassen, und die selten mehr, als zwei oder drei Elementarstoffe, in sich aufgenommen haben. Bei den organischen Körpern dagegen, obgleich die Gesammtzahl ihrer Elemente kleiner ist, findet sich dennoch in Beziehung auf die Art der Verbindung der einzelnen Urstoffe eine unendlich größere Verwicklung, und eine unberechenbare Manchfaltigkeit. Einfache binäre Verbindungen kommen hier sehr selten vor; statt derselben finden wir drei, vier, fünf und selbst noch mehrere Elementarstoffe in den vielfachsten Zusammensetzungen vereinigt.

Diese ganz besondere Art von Zusammensetzung ist die Ursache einer merkwürdigen Eigenschaft, welche mit jener chemischen Eigenthümlichkeit der organischen Verbindungen genau zusammenhängt. Da nämlich die Anziehungskräfte und Wahlverwandschaften, durch welche ihre einzelnen Bestandtheile in Vereinigung gehalten werden, sehr zahlreich sind, so mußten dieselben nothwendig mit der größten Sorgfalt gegen einander abgewogen werden, um in Verbindung bei einander verharren zu können. Ganz unbedeutende Ursachen sind daher schon hinreichend, dieses Gleichgewicht der Affinitäten zu stören, oder selbst zu trennen, und bewirken dann plötzliche Formveränderungen und selbst vollkommene Zersetzungen. Die Urstoffe, welche in den organischen Körpern gleichsam eine Art von gezwungener Vereinigung eingegangen haben, besitzen ebendeßwegen eine beständige Neigung, auf einander einzuwirken, und bei einer leichten Veränderung der äußern Umstände ganz neue Reihen von Verbindungen einzugehen. So wird ein Wärmegrad, welcher in den meisten unorganischen Substanzen noch gar keine Veränderung hervorzurufen im Stande ist, bereits vollständige Zersetzung von Stoffen aus dem Thier- und Pflanzenreiche bewirken. Aus demselben Grunde sind auch alle organischen Substanzen unfähig, den zwar unmerklich und langsam vor sich gehenden, aber nichts desto weniger sehr zersetzenden Einwirkungen des

Waſſers und der Luft zu widerſtehen; überdem ſind ſie noch verſchiedenen, aus ihnen ſelbſt hervorgehenden Veränderungen unterworfen, wie der Gährung und Fäulniß, welche dann eintreten, wenn ihr organiſches Leben erloſchen iſt, und ſie dem Spiele der nun durch nichts weiter beſchränkten, chemiſchen Kräfte und Affinitäten anheimgefallen ſind. Dieſe Neigung zur Zerſetzung muß als allen organiſchen Subſtanzen innwohnend betrachtet werden, und ſie iſt es, welche als Gegengewicht und Ausgleichung eine beſtändige Erneuerung der Stoffe nothwendig macht, die auch durch die ernährenden Kräfte ſtetig herbeigeführt werden.

Es ſcheint, als ob während des Lebens die Fortſchritte der Verweſung und Zerſtörung gleich bei ihrem erſten Beginnen aufgehalten und unterbrochen würden. Denn diejenigen Theilchen, die zuerſt ſolche Veränderungen erleiden, wodurch ſie zur Ausübung ihrer Verrichtungen fernerhin unbrauchbar gemacht werden, und welche, wenn ſie im Körper zurückblieben, die Zerſetzung benachbarter Theilchen beſchleunigen könnten, werden ſogleich aus dem Organismus entfernt, und ihr Platz wird von andern Theilchen eingenommen, welche zu dieſem Zwecke bereits Veränderungen erlitten haben, und die, wenn ſie nachher ihre geſunde Eigenſchaft verlieren, ebenſo ausgeſtoßen und durch andere neue erſetzt werden. Hieraus entſpringt und erklärt ſich der beſtändige Stoffwechſel und die Erneuerung von Theilchen, welche in den belebteren Organen und beſonders in den höheren Claſſen der Thiere ununterbrochen ſtattfindet. Im Körper derjenigen Thiere, welche ein beſonderes Kreislauf- und Reſorbtionsgefäßſyſtem beſitzen, iſt dieſer Stoffwechſel ſo beträchtlich und geht ſo ſchnell vor ſich, daß ſelbſt in den dichteſten Geweben, wie in den Knochen, kaum irgend ein Theil der Subſtanz, welche urſprünglich dieſelben zuſammenſetzte, für immer in denſelben zurückbehalten wird. Im menſchlichen Körper erreicht dieſe beſtändige Erneuerung des Materials einen ſolchen Grad, daß man mit Grund zweifeln kann, ob nach dem Verlaufe eines beſtimmten Zeitabſchnittes irgend ein Theil des Körpers unverändert derſelbe geblieben ſey, der er früher war. Dieſer Zeitraum, innerhalb welchem der

ganze Körper durchaus regenerirt und neu gebildet werden sollte, wurde von den Alten auf sieben bis acht Jahre bestimmt. Neuere Beobachtungen dagegen, welche uns die außerordentlich schnelle Heilung verletzter und selbst den raschen Wiedererſatz gänzlich verloren gegangener Knochenstücke kennen lehrten, machen es wahrscheinlich, daß selbst schon eine kürzere Zeit hinreichend ist, um eine totale Erneuerung des ganzen Körpers vor sich gehen zu lassen *).

Mag nun auch die organische Chemie in ihrem heutigen Zustand noch so unvollkommen seyn, so führt sie uns doch wenigstens zu der Ueberzeugung, daß eine ganze Reihe der allerkünstlichsten und berechnetsten Operationen nothwendig ist, um jene zusammengesetzten und vollendeten Verbindungen der Urstoffe, aus welchen Pflanzen und Thiere bestehen, hervorzubringen; und so begegnen wir schon am Anfange dieser, wie jeder andern, physiologischen Untersuchung den Beweisen einer tiefblickenden Absicht und einer höchst vollendeten Kunst, welche nicht allein die Kraft und Hülfsmittel, sondern selbst das kühnste Vorstellungsvermögen eines jeden Menschen weit hinter sich zurückläßt.

Je mehr aber schon der vollendete und in sich harmonische Mechanismus des thierischen Körpers unsere Bewunderung zu erregen vermag, um so weniger dürfen wir zweifeln, daß eine genauere Betrachtung jener Reihe geheimnißvoller Prozesse, bestehend aus chemischen Verbindungen und Zersetzungen, welche ununterbrochen in dem organischen Laboratorium lebendiger Körper vor sich gehen, nicht noch größere Wunder unseren Blicken enthüllen werde, die uns nothwendig zur höchsten Bewunderung der unendlichen Kunst und Weisheit, welche sich überall in der Thier- und Pflanzenwelt offenbart, hinreißen und begeistern müssen.

Die Vorgänge selbst nun, wodurch alle diese wichtigen Absichten erfüllt werden, umfassen eine besondere Klasse von Verrichtungen, deren letzten Zweck man im Allgemeinen Ernährung

*) Vergleiche den Artikel Alter, Age, in der Cyclopædia of practical Medicine, wo ich mich ausführlicher über diesen Gegenstand verbreitet habe.

nennen kann. Unter diesem Ausdrucke versteht man den Wiederersatz des Substanzverlustes eines Organs, die Erhaltung aller derselben in einem Zustande, welcher sie zur Verrichtung ihrer Funktionen fähig macht, und endlich die Herbeischaffung geeigneten Materials zu ihrem Wachsthum und weiteren Entwicklung.

Die verschiedenen Funktionen, welche die Ernährung bewirken, lassen sich, entsprechend der natürlichen Ordnung ihrer Aufeinanderfolge, in sieben Gruppen oder Stadien abtheilen. Die erste Reihe von Verrichtungen hat die Aufnahme des Materials von der Außenwelt und dessen Zubereitung und gradweise Veränderung in eigentlichen Nahrungstoff, d. h. in eine Substanz, welche dieselben chemischen Eigenschaften hat, wie die Substanz der Organe, in welche sie aufgenommen werden soll, zur Aufgabe; und da ihr nächster Zweck der ist, die Nahrungsmittel so viel möglich der Natur des organischen Körpers zu verähnlichen, so faßt man alle diese Vorgänge unter dem Namen Assimilation zusammen.

Die zweite Reihe von Funktionen umfaßt diejenigen, welche dazu bestimmt sind, die so weit ausgearbeiteten, ernährenden Flüssigkeiten allen Organen, die dadurch ernährt werden sollen, zuzuführen. Wird dieser Zweck, wie dies bei den höher entwickelten Organismen der Fall ist, vermittelst Kanälen erfüllt, welche man Gefäße heißt, durch welche sich die ernährenden Flüssigkeiten in einer Art von Kreislauf bewegen, so nennt man diese Vorgänge die Circulation.

Aber es ist nicht hinreichend, daß der flüssige Nahrungsstoff assimilirt sey: es wird noch ein anderer chemischer Prozeß erfordert, um die Verähnlichung desselben weiter zu vervollkommnen, und um ihm die, den Zwecken des Organismus entsprechende, chemische Beschaffenheit zu ertheilen. Diese dritte Aufgabe wird durch das Athmen oder die Respiration gelöst.

Manche chemische Produkte, welche in verschiedenen Theilen der thierischen Oekonomie erfordert werden, verlangen, viertens, zu ihrer Hervorbringung eine eigene Art von Organen, deren innerster Bau bis jetzt noch nicht genau genug erforscht ist. Wir bemerken nämlich, daß in manchen Fällen unter den höheren

Ordnungen der lebenden Wesen ein eigenthümlicher Gefäßapparat bald sich über die Oberfläche einer Haut ausbreitet, bald in abgesonderte Massen vereinigt ist, der zu jenem Zwecke dient. Diese letztere Organe nennt man Drüsen, und ihre Verrichtung sowohl, als die, der zuerst erwähnten, einfacheren Bildung, nennt man Absonderung, Secretion.

Fünftens bedient sich die Natur ähnlicher Absonderungen, um das Blut von solchen Bestandtheilen wieder zu befreien, welche in dasselbe aufgenommen worden sind und schädliche Eigenschaften besitzen oder erlangt haben. Die Ausscheidung dieser Stoffe ist die Aufgabe der aussondernden Organe und die Funktion selbst bezeichnet man als Aussonderung oder Excretion.

Sechstens gehen gewisse Veränderungen in den verschiedenen Theilen des Körpers vor sich, welche sowohl feste als flüssige Stoffe untauglich machen, an ihrer bisherigen Stelle zu bleiben: deßwegen wurden Einrichtungen getroffen, die unbrauchbar oder schädlich gewordenen Stoffe wegzuschaffen und sie aus der Gesammtmasse des umlaufenden Blutes zu entfernen; sey es nun, um sie nachmals wieder zu verwenden, oder, als gänzlich unbrauchbar gewordene Auswurfstoffe, aus dem Organismus zu entfernen. Dieser Vorgang wird durch eine eigene Art von Gefäßen eingeleitet, und die Funktion, welche sie verrichten, nennt man Aufsaugung, Absorbtion.

Die Umwandlung des flüssigen Nahrungsstoffes in feste Theile, sein unmittelbarer Verbrauch zum Zweck der Wachsthumsentwicklung der Organe und ihre Erhaltung im Zustande von Gesundheit und Thätigkeit, ferner die Ausgleichung aller derjenigen nachtheiligen Einflüsse, denen sie ausgesetzt seyn können, so weit nämlich die Kräfte des Organismus hinreichend sind zu einer solchen Ausgleichung, sind endlich der Zweck einer siebenten Reihe von Funktionen, die unter dem Namen der Ernährung im engern Sinne des Worts zusammengefaßt werden, und welche diese lange Kette chemischer Veränderungen und dieses verwickelte, aber harmonisch ineinander greifende System von Funktionen beschließen.

Obgleich die Ordnung, in welcher die Elementarbestandtheile der organischen Stoffe vereinigt sind, und die Art und Weise,

wie ihre Zusammensetzung vor sich geht, uns gänzlich unbekannt sind; so können wir doch, wenn wir diesen Prozessen von den einfachsten Pflanzen an bis zu den höheren Thieren folgen, nichts desto weniger zu der Einsicht gelangen, daß dieselben immer künstlicher und zusammengesetzter werden; entsprechend gewissermaßen der künstlicheren und zusammengesetzteren Bildung der Organe, in und durch welche sie vor sich gehen, und der Organismen, welchen sie zuletzt angeeignet und assimilirt werden sollen. So erhalten die Pflanzen anfänglich ihre Nahrung von den rohen und einfachen Stoffen, welche sie aus der Erde, dem Wasser und der sie umgebenden Luft aufsaugen; Stoffe, die dem größten Theile nach aus Wasser bestehen, dem eine kleine Menge Kohlensäure beigemischt ist, und in welchem einige wenige salinische Bestandtheile aufgelöst enthalten sind. Aber nachdem einmal diese einfachen Materialien durch die vegetabilischen Assimilationskräfte in die Substanz der Pflanze verwandelt worden sind, so erhalten sie die wesentlichen Eigenschaften organischer Stoffe, ob sie gleich noch die einfachsten Arten derselben darstellen. In diesem Zustande, wenn der organische Bau, welcher diese Verbindungen schuf, zerstört ist, sie selbst aber auf dem Boden zerstreut wurden, sind sie geschickt gemacht, für andere Pflanzen, von denen sie wieder aufgesaugt und jetzt mit mehr Leichtigkeit den Zwecken ihres eigenen Systems gemäß angeeignet werden, als eine höhere Art von Nahrung zu dienen. Hiebei werden sie noch feiner ausgearbeitet, und so durchwandern dieselben Materialien immer wieder neue Reihen von Veränderungen, bis sie zuletzt Nahrungsmittel für Thiere werden, und nun bestimmt sind, noch weitere Umwandlungen zu erleiden. Neue Urstoffe, besonders Stickstoff, werden dem Kohlen-, Sauer- und Wasserstoffe, den Hauptbestandtheilen vegetabilischer Substanzen, hinzugefügt, und andere Eigenschaften werden als die Resultate der verschiedenen neuen Verbindungen, welche ihre Elemente durch die kräftigere Einwirkung der assimilirenden Kraft des thierischen Organismus einzugehen veranlaßt werden, erworben *). Die hiedurch erhaltenen

*) Stickstoff bildet zwar einen nicht selten vorkommenden Bestandtheil

Produkte unterscheiden sich jetzt noch bestimmter von der unorganischen Materie, und in diesem Zustande sind sie die geeignete Nahrung für fleischfressende Thiere, welche im Allgemeinen in der Stufenreihe der Organismen einen höheren Rang einnehmen, als diejenigen, welche allein von Pflanzen leben.

So ist also jedes erschaffene Wesen nicht nur mit Rücksicht auf sein eigenes Bestehen und seine eigene Wohlfahrt, sondern auch in Beziehung auf die vieler anderer gebildet worden, welche in ihrer Erhaltung und Ernährung, ja in ihrer ganzen Existenz von einander abhängig sind. Bei der Betrachtung dieser gegenseitigen Abhängigkeit, dieser stufenweisen Unterordnung der verschiedenen Wesenreihen, und dieser beständigen Richtung zu noch höherer Vollkommenheit, muß sich nothwendig vor unseren Augen der große und erhabene Plan der Natur zur fortgesetzten Annäherung und Erstrebung höherer Zwecke auf das Herrlichste entfalten, bis wir zuletzt in dem vollendeten Mechanismus und den so sehr vervollkommneten Kräften und Eigenschaften des Menschen das höchste Resultat erblicken, in welchem sich uns die Schöpferkraft geoffenbart hat.

II. Capitel.

Von der Ernährung der Pflanzen.

§. 1. Von den Nahrungsmitteln derselben.

Die einfachste Art der Ernährung ist die, welche wir im Pflanzenreiche antreffen, wo Wasser als das allgemeine Vehikel

auch bei vegetabilischen Substanzen; allein im Allgemeinen ist dieser Elementarstoff in einer weit geringeren Menge in den Pflanzen enthalten, als in den thierischen Substanzen, deren wesentlichster Bestandtheil er wirklich zu seyn scheint.

der aufzunehmenden Nahrungsmittel angesehen werden kann. Vor den Entdeckungen der neueren Chemie glaubte man ziemlich allgemein, daß Pflanzen vom Wasser allein leben könnten, und besonders bemühten sich Boyle und van Helmont, die Wahrheit dieser Ansicht durch direkte Versuche zu erhärten. Der letztere dieser beiden Physiologen pflanzte in dieser Absicht einen Weidenzweig in eine vorher möglichst genau abgewogene Menge Erde, und begoß ihn fünf Jahre lang ausschließlich mit Regenwasser, von dem er glaubte, daß es vollkommen reines Wasser sey, das durchaus keine fremdartigen Bestandtheile enthalte. Am Ende dieser Zeitperiode fand er nun, daß das Gewicht der Erde kaum um ein Minimum abgenommen hatte, während die Weide zu einem kleinen Baum herangewachsen war, und 150 Pfund mehr wog, als beim Beginnen des Versuches. Hieraus folgerte er, daß das Wasser die einzige Quelle ihrer Ernährung gewesen seyn müsse. Allein es scheint nicht, als ob man zu jener Zeit bereits gewußt hätte, daß Regenwasser immer athmosphärische Luft enthält, und sehr häufig noch andere Substanzen, und daß es daher durchaus nicht als chemisch reines Wasser angesehen werden kann; auch ist nicht angegeben worden, daß man sich auf irgend eine Art zu versichern gesucht habe, ob das angewandte Wasser frei von denjenigen fremden Stoffen gewesen sey, welche, wie man vermuthen darf, in demselben aufgelöst waren. In einem andern, von Duhamel angestellten Experimente dagegen wurde ein Roßkastanienbaum und eine Eiche der freien Luft ausgesetzt und mit destilirtem Wasser begossen, und der erste drei, der letztere acht Jahre lang wirklich am Leben erhalten; allein beide waren außerordentlich im Wachsthum zurückgeblieben, und hatten offenbar wenig oder gar keine Nahrung von dem Wasser bekommen, mit welchem man sie begossen hatte. Aehnliche Versuche, die zu den gleichen Resultaten führten, wurden auch von Bonnet angestellt. Wenn Pflanzen in genau verschlossenen Gefäßen gehalten und zwar regelmäßig mit reinem Wasser begossen, dem kohlensauren Gase aber aller Zutritt verwehrt wird, so zeigen sie nur eine sehr kümmerliche Entwicklung, deren Gränze von derjenigen Menge von Nahrungsstoff bestimmt wird, welchen die

Pflanzen bereits in sich aufgenommen hatten, ehe sie dem Experimente unterworfen wurden und die in Verbindung mit dem Wasser eine Zeit lang zur Ernährung der Pflanzen dienen konnte.

Allein das Wasser, welches die Natur den Gewächsen darreicht, ist niemals vollkommen rein; denn abgesehen davon, daß es atmosphärische Luft enthält, der beständig eine gewisse Menge Kohlensäure beigemischt ist, hat dasselbe beim Durchsintern durch den Boden verschiedene erdige und salinische Theilchen aufgenommen, welche von der Verwesung vegetabilischer und thierischer Stoffe herstammen. Die meisten dieser Substanzen sind, wenn gleich oft nur in sehr kleinen Quantitäten, auflöslich, andere werden in der Form von sehr feinem Pulver schwebend in den Flüssigkeiten erhalten und auf diese Art in die Pflanzen aufgenommen. Doch scheint es nicht, als ob je reine Kohle aufgenommen würde; denn Sir H. Davy, welcher aufs allerfeinste gepulverte Steinkohle mit Wasser mischte und die Wurzeln verschiedener Pflanzen darein stellte, konnte nicht bemerken, daß auch nur eine Spur dieses Stoffes in irgend einem Falle in die Pflanzen aufgesogen worden wäre *). In der Form von kohlensaurem Gase aber wird dieser Elementarstoff in größter Menge durch Vermittlung des Wassers, welches jenes Gas schnell verschluckt, aufgenommen, und auf diese Art gelangt ein beträchtliches Quantum von Kohlenstoff, welcher aus zersetzten thierischen und vegetabilischen Ueberresten, die gewöhnlich im Wasser aufgelöst enthalten sind, herkommt, in die Säfte der Pflanzen. Die besondere Fruchtbarkeit mancher Bodenarten hängt daher hauptsächlich von der Menge der organischen Producte ab, welche sie in einem Zustande enthalten, der sie fähig macht, von den Pflanzen aufgesogen und zu ihrer Ernährung verwendet werden zu können.

Der Boden ist also die Quelle, aus welcher die Pflanzen ihre salinischen, erdigen und metallischen Bestandtheile schöpfen. Die Kieselerde, welche sie oft enthalten, wird ihnen gleichfalls

*) Siehe dessen Elements of Agricultural Chemistry, Lect. VI, pag. 234.

durch das Wasser zugeführt, welches, wie durch Berzelius auf das Bestimmteste dargethan wurde, fähig ist, eine außerordentlich kleine Menge dieser so festen und harten Substanz aufzulösen. Es ist aber von selbst klar, daß, so klein diese Menge immer auch seyn mag, wenn sie in einem fort den Pflanzen zugeführt und in denselben angehäuft wird, sie nach einiger Zeit zu jener beträchtlichen Menge anwachsen muß, welche man bald in der Rinde, bald im Innern mancher Gewächse, wie z. B. der Bambusrohrarten und verschiedener anderer Gräser, abgelagert findet. Die geringe Auflöslichkeit mancher Stoffe, welche zur Bildung der festern Theile des pflanzlichen Organismus erfordert werden, ist wahrscheinlich eine der Ursachen, warum viele Pflanzen eine so große Menge Wasser zu ihrem Wachsthum und Gedeihen nöthig haben.

§. 2. Von der Art der Aufnahme der Nahrungsstoffe im Pflanzenreich.

Eine bedeutende Anzahl der Zellgewebspflanzen saugt das Wasser an jedem Puncte ihrer Oberfläche mit einer beinahe gleichen Leichtigkeit auf; dies ist z. B. der Fall bei den Algen oder Tangen, die durchaus im Wasser leben. Bei den Flechten oder Lichenen findet die Wasseraufsaugung mehr nur an einzelnen Stellen statt; jedoch sind die Stellen, an denen dieß geschieht, nicht immer dieselben, und es scheint, als ob die Sache mehr von mechanischen Verhältnissen, als von einem besondern Baue abhängig sey; von einigen derselben weiß man jedoch, daß sie an gewissen Theilen ihrer Oberfläche mit Mündungen (stomata) versehen sind, von denen Decandolle glaubt, daß sie als Saugöffnungen wirken könnten. Manche Pilze und Schwammarten scheinen hinwiederum auf ihrer ganzen Oberfläche die Fähigkeit zu besitzen, Flüssigkeiten aufzusaugen, während dagegen andere Arten derselben zu demselben Zwecke an ihrer Basis mit einer Art von Wurzelfasern versehen sind.

Bei den Gefäßpflanzen, welche die bei weitem größere Hälfte des Gewächsreiches ausmachen, sind die Wurzeln die eigentlichen Organe, welche vorzugsweise zu dem Geschäfte, die Nahrung

aufzusaugen, bestimmt sind. Jedoch geschieht es zuweilen, daß unter gewissen Umständen auch die Blätter oder Stengel Wasser absorbiren, was, wie man glaubt, durch die Spaltöffnungen bewirkt wird, welche auf ihrer Oberfläche verbreitet sind. Dieß ist aber nicht die normale Function jener Theile, und sie verrichten dieselbe nur gezwungen, wenn sie nämlich von den Wurzeln kein Wasser erhalten, sey es nun, daß diese ganz verloren gegangen sind, oder vollkommen trocken liegen. So kann man einen vom Stamme getrennten Zweig lange Zeit vor dem Verwelken schützen, wenn man seine Blätter ins Wasser taucht; und wenn der Boden durch eine lange Dürre ausgetrocknet ist, so erholen sich die hinwelkenden Pflanzen durch einen Regen oder durch künstliches Begießen sehr schnell wieder, ehe noch die Feuchtigkeit bis auf die Wurzeln durchgedrungen seyn kann.

Die letzten Endigungen der Wurzeln, oder vielmehr die an denselben sich befindlichen Saugbläschen oder Saugschwämmchen (spongiolæ) sind es allein, durch welche die Auffaugung vor sich geht; denn die übrige Oberfläche der Wurzel, welche durchaus mit einer Lage von Epidermis bedeckt ist, ist zu dieser Verrichtung unfähig. Schon längst hatte Duhamel die Bemerkung gemacht, daß Bäume den Boden nur da erschöpfen, wo sich ihre Wurzelendigungen befinden; allein die Thatsache, daß einzig und allein diese Spitzen es sind, welche absorbiren, ist erst durch die directen Versuche von Sennebier außer allen Zweifel gesetzt worden. Er nahm zwei Möhren (gelbe Rüben) von gleicher Größe und stellte die Wurzel der einen ganz unter Wasser, während er von der andern nur die äußersten Wurzelspitzen in das Wasser tauchen ließ, und fand, daß in beiden Fällen gleich große Quantitäten von Wasser aufgesaugt wurden. Tauchte er dagegen die ganze Oberfläche einer Möhrenwurzel in das Wasser, während die Spitzen allein über der Oberfläche desselben erhalten wurden, so fand durchaus keine Wasseraufsaugung statt. Pflanzen, welche spindelförmige Wurzeln haben, wie Möhren, Rüben, Rettige, eignen sich am besten zu solchen Versuchen.

Im gewöhnlichen Verlaufe des Wachsthumes dringen die Wurzeln beständig in derjenigen Richtung vorwärts, welche sie

zuerst gewählt haben, sey es nun horizontal, oder abwärts, oder sonst in irgend einer andern Richtung. Auf diese Weise gelangen sie immer zu neuem Boden, dessen Nahrungsstoff noch nicht erschöpft ist; und, in so fern ein sich gleichbleibendes Verhältniß zwischen der seitlichen Wurzelausbreitung und der horizontalen Ausbreitung der Aeste stattfindet, geschieht es, daß der größere Theil des Regens, der auf den Baum fällt und von den Blättern herabträufelt, genau in derjenigen Entfernung vom Stamme auf den Boden gelangt, wo derselbe, wenn er durch die Erde gedrungen ist, die Wurzelenden erreicht und schnell von den Saugorganen derselben aufgenommen wird. Wir erblicken hierin abermals ein auffallendes Beispiel der wundervollen Uebereinstimmung, die zwischen den verschiedenartigsten Erscheinungen und Vorgängen in der Natur herrscht und die zur Hervorbringung solcher entfernter Wirkungen beiträgt, welche sonst ohne dieses berechnete und harmonische Ineinandergreifen niemals zu Stande kommen könnten.

Diese Saugorgane der Wurzelspitzen bestehen aus gewöhnlichem Zellgewebe und ziehen die Flüssigkeiten, mit welchen sie in Berührung kommen, theils durch Haarröhrchenwirkung, theils durch ihre hygroskopische Eigenschaft ein. Ob nun zwar gleich diese beiden Kräfte zur Erklärung des einfachen Eintritts der Flüssigkeiten hinreichend sind, so erklären sie doch keineswegs das beständige Aufsteigen derselben durch die Wurzel und den Stamm der Pflanze. Die wahrscheinlichste Erklärung dieser letztern Erscheinung ist die, daß man ein durch die Vitalität der Organe bedingtes, wechselweises Zusammenziehen und Ausdehnen der das Pflanzengewebe bildenden Zellen annimmt, wodurch die Fortbewegung der Flüssigkeiten bewirkt wird.

Das Absorbtionsvermögen jener Saugorgane wird vom Durchmesser ihrer Poren in der Art bestimmt, daß Flüssigkeiten, welche zu zähe und klebrig sind, um schnell durch dieselben dringen zu können, sie leicht verstopfen oder gänzlich unwegsam machen. So werden, wenn man die Spongiolen einer Pflanze in eine dicke Auflösung von arabischen Gummi oder Zucker stellt, die Poren derselben verstopft, gar keine Flüssigkeit wird eingesogen und die Pflanze welkt und verdirbt; werden aber dieselben

Auflösungen mehr verdünnt, so findet das Wasser derselben seinen Weg durch die Saugbläschen und dient zur Ernährung der Pflanze, während die dickeren Stoffe zurückgelassen werden. Dieselbe scheinbare Art von Auswahl beobachtet man, wenn salzige Auflösungen von einer gewissen Stärke den Wurzeln zur Aufsaugung dargeboten werden; das Wasser der Auflösung mit einer sehr geringen Menge Salz wird allein aufgesaugt und den zurückbleibenden Theil der Flüssigkeit findet man nun noch gesättigter, als ehe die Aufsaugung stattfand. Dennoch ist dies rein nur die Wirkung der mechanischen Einrichtung und liefert keinen Beweis für irgend eine Art von Unterscheidungsfähigkeit der Spongiolen; denn man hat gefunden, daß jeder Stoff, mag er giftige oder unschädliche Eigenschaften besitzen, wenn er nur in einer vollständigen und dünnen Auflösung sich befindet, mit gleicher Schnelle von den Wurzeln eingesogen wird. So wird eine Auflösung von Kupfervitriol, welches ein tödtliches Gift für die Pflanzen ist, in Menge von den Wurzeln derselben aufgesogen; ebenso das Wasser, welches von einem Düngerhaufen abläuft, das in Folge seiner Ueberladung mit kohlenstoffhaltigen Theilen und der dadurch bewirkten zu großen Ernährung sich als sehr schädlich für die Pflanzen erwiesen hat, die es aufsaugen. Im gewöhnlichen Verlaufe der Vegetation aber kann kein Nachtheil aus dieser unbeschränkten Aufsaugungsfähigkeit der Wurzeln entstehen, weil die Natur den Pflanzen immer nur solche Flüssigkeiten zum Aufsaugen darbietet, welche für die Organe und Systeme, in die sie aufgenommen werden sollen, gänzlich angemessen sind.

Die Flüssigkeit, welche von den Wurzeln aufgenommen wird und die, wie wir gesehen haben, hauptsächlich aus Wasser besteht, dem atmosphärische Luft nebst einigen salinischen und erdigen Bestandtheilen, welche zur Ernährung der Pflanzen nothwendig sind, beigemischt ist, befindet sich in einem vollkommen rohen und unverarbeiteten Zustande. Sie steigt im Stengel der Pflanze in die Höhe und erleidet während dieses Aufsteigens kaum irgend eine wahrnehmbare Veränderung, und so gelangt sie auch zu den Blättern, wo erst verschiedene wichtige Modificationen

mit ihr vorgehen. Wenn man die Wurzeln gefärbte Flüssigkeiten einsaugen läßt, so kann man den Weg, den der Saft macht, mit ziemlicher Genauigkeit beobachten; man bemerkt dann, daß er größtentheils in dem holzigen Theile des Stengels aufsteigt. In den Bäumen nimmt er seinen Weg hauptsächlich durch den Splint, oder das junge Holz; keineswegs aber durch die Rinde, wie man eine Zeit lang geglaubt hat.

Die Saftbewegung ist jedoch unter verschiedenen Umständen und Epochen des Wachsthumes eine verschiedene. Zur Zeit, wenn die jungen Knospen sich ihrer Entwicklung nähern, welches in der Regel dann zu geschehen pflegt, wenn die alles belebende Wärme des Frühlings die Oberfläche der Erde durchdrungen hat und die Fasern und Gefäße der Pflanzen auszudehnen beginnt, so entsteht ein dringendes Bedürfniß und Verlangen nach Nahrungsstoff, welchem zu genügen die Wurzeln in volle Thätigkeit gesetzt werden. Da aber die Blätter jetzt noch nicht hinreichend entwickelt sind, so wird der Saft zuerst zu Zwecken verwendet, die etwas abweichend von denen sind, welche er in einer vorgerücktern Periode des Wachsthumes, wo vollkommen entwickelte Organe ernährt werden sollen, zu erfüllen bestimmt ist; in welcher erstern Beziehung er auch einen eigenen Namen erhalten hat, und Nahrungssaft genannt wird. Anstatt durch den Splint seinen Weg zu nehmen, steigt dieser Nahrungssaft durch den innersten Holzring, welcher unmittelbar das Mark umgibt, in die Höhe und wird von hier aus durch noch unbekannte Canäle in die verschiedenen Holzlagen vertheilt, bis er die Knospen erreicht, denen er Nahrung zuführen soll. Während dieser Art von Kreislauf wird der Saft wahrscheinlich einigermaßen mehr ausgearbeitet und zu seiner Function tauglich gemacht; er verbindet sich zunächst mit anderem Nahrungsstoff, der schon in den Pflanzeu angesammelt war und welchen er wieder auflöst. Auf diese Weise wird der anfänglich rohe Saft allmählich assimilirt und dadurch fähig und geschickt gemacht, der in ihrer Entwicklung begriffenen neuen Organisation angeeignet zu werden. Diesen Nahrungssaft, der hauptsächlich zur Ernährung der jungen Knospen bestimmt ist, hat man mit der Milch

der Thiere verglichen, welche ebenfalls nur zu bestimmten Zeiten und zu ähnlichen Zwecken, nämlich zur Ernährung der Jungen, im thierischen Körper bereitet wird.

Es sind verschiedene Meinungen in Betreff der Wege und Canäle aufgestellt worden, durch welche der Saft bei seiner aufsteigenden Bewegung im Stamme bis zu seinem letzten Bestimmungsorte gelangt. Viele Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß unter den gewöhnlichen Umständen der Saft durch keine der verschiedenen Arten von Gefäßen, welche sich im Pflanzengewebe unterscheiden lassen, seinen Weg nimmt, da man dieselben im normalen Zustande immer nur Luft führend antrifft. Der Saft muß also entweder durch die Zellen selbst oder durch die Zwischenzellgewebsräume (Interzellulargänge) dringen. Daß er durch die letztern seinen Weg nimmt, ist die Ansicht Decandolle's, welche er durch eine Menge von Beweisgründen zu unterstützen bemüht ist. Man finde, bemerkt er, daß der Saft in Pflanzen, die allein aus Zellsubstanz bestehen, eben so gut aufsteigt, als in den Gefäßpflanzen, eine Thatsache, welche beweise, daß Gefäße keineswegs zu seiner Fortbewegung in allen Fällen nothwendig sind. In manchen Fällen beobachtet man ferner, daß der Saft von seiner gewöhnlichen geradlinigten Bahn abweicht und eine Art von Kreisbewegung macht, deren Richtung von dem Verlaufe aller bekannten Gefäße in den Pflanzen sehr verschieden ist. Die Verbreitung des Saftes in allen Richtungen endlich, und sein Fallen und Sinken bei gewissen Veranlassungen in den untersten Theilen sind Erscheinungen, welche sich mit der Annahme, er seye in Gefäßen enthalten, nicht wohl vereinigen lassen*).

Man hat zahlreiche Versuche angestellt, um die Schnelligkeit auszumitteln, mit welcher der Saft in den Pflanzen in die Höhe steigt und die Druckkraft, welche er bei diesem in die

*) Diese hier vorgetragene und später noch einmal wiederholte Ansicht Decandolle's von der Cirkulation der Pflanzensäfte durch die Interzellulargänge ist durch die höchst genauen, neuern Untersuchungen von Prof. Dr. H. Mohl, in Tübingen, in Zweifel gestellt worden, nach welchen dieselbe wahrscheinlicher durch die Zellen selbst stattfindet. Siehe dessen Abhandlung: „Ueber die Verbindung der Pflanzenzellen unter einander." Tübingen 1835, S. 24.

Anm. d. Ueb.

Höhe Steigen entwickelt. Am bekanntesten sind die Versuche von Hales. Als er den Stamm einer jungen Weinrebe abschnitt und auf die Schnittfläche eine gläserne Röhre befestigte, welche ringsherum fest anschloß, so beobachtete er, daß der ausgeschwitzte Saft derselben zu einer Höhe aufstieg, welche, wenn sein specifisches Gewicht mit in Anschlag genommen wird, einer perpendiculairen Wassersäule von mehr als 43′ Höhe gleich war, woraus sich eine Druckkraft berechnen läßt, die bedeutend stärker ist, als der Druck zweier Atmosphären. Die Schnelligkeit des Aufsteigens eben so wohl, als die dabei entwickelte Druckkraft muß jedoch großen Verschiedenheiten unterworfen seyn, da die Verdünstung und andere Veränderungen, welche der Saft in den Blättern erleidet, den größten Einfluß darauf ausüben. Verschiedene Meinungen sind endlich über die Natur der Kraft aufgestellt worden, durch welche die Bewegung des Saftes bewirkt wird; allein obgleich es wahrscheinlich ist, daß die schon oben angeführte Lebensbewegung des Zellgewebes dieselbe vermittelt, so ist doch diese Frage bis jetzt noch in ziemliches Dunkel eingehüllt. Gewiß findet hiebei wenigstens mit Muskelbewegungen keine Analogie statt, und die einfachste Vermuthung, welche wir aufstellen können, ist daher die, daß jene Thätigkeiten einer dem Pflanzengewebe eigenthümlichen Art von Contractilität zugeschrieben werden müssen, und daß sie unter Umständen in Wirkung treten und nach gewissen Gesetzen vor sich gehen, welche wir bis jetzt noch nicht genau zu bestimmen im Stande waren.

§. 3. Von der Ausdünstung der Pflanzen.

Der Nahrungssaft steigt, wie wir gesehen haben, im Stamme der Pflanzen in die Höhe und gelangt so, ohne irgend eine Veränderung in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung erlitten zu haben, zu den Blättern, wo er alsobald, vermittelst der sogenannten Spaltöffnungen, deren auf der Oberfläche dieser Organe eine Menge vorhanden sind, dem Proceß der Verdünstung unterworfen wird. Der Wasserverlust des Saftes durch diese Verdünstung beträgt im Allgemeinen unge-

eingesenkt; die eine derselben ist mit kohlensaurem Gase, die andere mit reinem Wasser gefüllt und enthält ein junges Exemplar von einer Münzenpflanze (Mentha); beide Flaschen stehen unterhalb der Oberfläche des Wassers, auf welches, um alle Einwirkung der atmosphärischen Luft abzuhalten, eine Lage Oel ausgegossen wurde, mit einander in Verbindung. In diesem Apparate wurde die Pflanze zwölf Tage nach einander dem Sonnenlichte ausgesetzt, und nun konnte man bemerken, wie die Menge des kohlensauren Gases jeden Tag abnahm, indem das Wasser allmählig in der die Kohlensäure enthaltenen Flasche in die Höhe stieg, um den Verlust an Gas zu ersetzen. In der nämlichen Zeit hauchte die Pflanze Sauerstoff aus, dessen Volumen ganz genau mit dem des verzehrten kohlensauren Gases übereinstimmte. Wurde aber bei demselben Versuche die eine Flasche statt mit Kohlensäure mit Sauerstoff angefüllt, so konnte man in der andern Flasche, welche die Pflanze enthielt, durchaus keine Gasentwicklung wahrnehmen. Hiedurch wird aufs schärfste bewiesen, daß das Sauerstoffgas, welches man in dem ersten Versuche von der Pflanze ausgehaucht erhielt, zunächst und allein der durch die Blätter derselben bewirkten Zersetzung der Kohlensäure, welche die Pflanze aus dem Wasser aufgesogen hatte, seinen Ursprung verdankt.

Das Sonnenlicht hat einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Hervorbringung dieser chemischen Veränderung; denn bei Nacht, oder wenn die Pflanzen im Dunkel gehalten werden, findet sie nicht statt. Sennebier hat auch zu dem Ende Versuche angestellt, um zu erfahren, ob der violette Lichtstrahl, welcher die größte Brechungsfähigkeit besitzt, auch am stärksten jene Zersetzung des kohlensauren Gases bewirke; allein diese Versuche sind so delicater Natur, daß die dabei von ihm erhaltenen Resultate vorher noch einer wiederholten, strengen Prüfung bedürfen, ehe sie als gehörig bewiesen angesehen werden können.

Daß der Kohlenstoff, welcher durch diese Zersetzung der Kohlensäure gebildet wird, in den Pflanzen zurückbleibt, ist durch die Versuche von Theodor v. Saussure genügend dargethan worden, welcher fand, daß dieser Proceß mit einer wahrnehmbaren Vermehrung der frühern Kohlenstoffmenge begleitet ist.

Die grüne Substanz der Blätter allein ist es, in welcher diese chemische Veränderung vor sich geht; ein Proceß, welchen man wegen seiner auffallenden Aehnlichkeit mit einer verwandten Erscheinung im Thierreiche, als das Athmungsgeschäft der Pflanzen betrachten kann. Die Intensität dieser Function scheint mit der Menge von Spaltöffnungen, welche eine Pflanze besitzt, in gleichem Verhältniß zu stehen. Es ist ferner ein Vorgang, welcher nur in den lebenden Blättern stattfindet; denn die Substanz eines Blattes, welches so zerrieben oder zerquetscht wurde, daß seine Organisation und mit ihr auch seine Vitalität zu Grunde ging, ist nicht mehr fähig, kohlensaures Gas im Sonnenlichte zu zersetzen oder Sauerstoff während der Nacht zu absorbiren. Weder die Wurzeln noch die Blumen, noch irgend ein anderer Theil der Pflanze, welcher keine grüne Substanz auf seiner Oberfläche besitzt, ist fähig, kohlensaures Gas zu zersetzen; ja, sie bewirken gerade einen diesem entgegengesetzten Proceß, in so ferne sie das Vermögen haben, Sauerstoff zu absorbiren und ihn in Kohlensäure zu verwandeln, indem sie eine Verbindung desselben mit dem Kohlenstoffe, den sie selbst enthalten, zu Stande bringen. Dieß thun selbst auch die grünen Blätter, wenn der Einfluß des Lichtes ihnen entzogen wird und daher kommt es, daß dieselben Blätter, welche während des Tages Sauerstoff aushauchten, während der Nacht dagegen einen Theil dieses Urstoffes wieder einsaugen. Der auf diese Art absorbirte Sauerstoff vereinigt sich unmittelbar mit dem Kohlenstoffe in der Pflanze und bildet Kohlensäure; diese letztere wird theilweise wieder ausgehaucht; der größere Theil derselben aber bleibt entweder in der Blattsubstanz zurück oder verbindet sich mit dem Pflanzensafte; im letztern Falle wird sie abermals den Blättern zugeführt, wenn das Sonnenlicht zurückkehrt und neue Zersetzungen hervorruft.

Auf den ersten Anblick könnte es scheinen, als ob diese Art von Zunichtemachen dessen, was den Tag über bewirkt und gewonnen wurde, im Widerspruch mit der Einheit des Planes stände, welchen wir in der Oeconomie des Pflanzenreichs durchgeführt zu finden erwarten durften; allein eine genauere Prü-

fung jener Vorgänge wird uns zeigen, daß alles in vollkommener Uebereinstimmung steht und daß jene beiden sich scheinbar widersprechenden Processe nothwendig sind, um das beabsichtigte Endresultat herbeizuführen.

Das Wasser, welches von den Wurzeln aufgesaugt wird, führt in der Regel eine gewisse Menge von auflöslichen, thierischen oder vegetabilischen Stoffen, welche Kohle enthalten, mit sich. Dieser Kohlenstoff gelangt in die Blätter, wo er sich während der Nacht mit dem absorbirten Sauerstoffe verbindet. Er verwandelt sich dadurch in Kohlensäure, welche während der Einwirkung des Tageslichtes in der Art sich zersetzt, daß der Sauerstoff ausgehaucht, die Kohle aber in der Pflanze zurückbehalten wird. Es liegt nun auf der Hand, daß der Endzweck dieses ganzen Processes der ist, den Kohlenstoff gerade in dem Zustande von Zersetzung zu erhalten, in welchem er sich in dem Momente seiner, durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die grüne Pflanzensubstanz bewirkten, Abtrennung befindet. Denn in diesem Zustande allein ist er tauglich, den Gewächsen zur Nahrung zu dienen, keineswegs aber in dem noch rohen und unausgearbeiteten Zustande, in welchem er zugleich mit dem Wasser, welches ihn in das Innere der Pflanzen führt, aus der Erde aufgesaugt wird. Hieraus erklärt es sich, warum es nothwendig ist, daß er sich zuerst mit Sauerstoff verbindet und dann aus dieser Verbindung in der oben beschriebenen Art wieder getrennt und niedergeschlagen werden muß. Jedoch ist es keineswegs erforderlich, daß die ganze Menge von Kohlenstoff, welche in Form von Kohlensäure in den pflanzlichen Organismus aufgenommen worden ist, jenen ersten Proceß durchmache, da ein Theil desselben sich bereits in dem Zustande befindet, in welchen ihn jener Vorgang versetzen würde, und also schon geschickt ist, durch die Einwirkung der Blätter weiter verarbeitet zu werden. Die Gesammtheit dieser chemischen Vorzüge kann man unter dem Namen der Aëration oder Pflanzenathmung zusammenfassen.

Obgleich der Hauptzweck, welcher durch diesen Athmungsproceß bei den Pflanzen erreicht wird, genau derselbe ist, den

wir ſpäter durch das Athmen der Thiere hervorgebracht ſehen werden, ſo unterſcheiden ſich doch beide darin weſentlich, daß im Pflanzenreich durch den Athmungsproceß eine Aufnahme von Kohlenſtoff in einem aſſimilirten Zuſtande in den pflanzlichen Organismus bewirkt wird, während derſelbe Proceß im Thierreiche den Zweck hat, den Körper von überflüſſigem Kohlenſtoffe zu befreien. Das Verſchlucken von Sauerſtoff einerſeits und das Ausſtrömenlaſſen von Kohlenſäure anderſeits, wie dieß bei Nacht ſtattfindet, muß eine Verſchlechterung der Luft, in ſo fern ſie Unterhaltungsmittel des thieriſchen Lebens iſt, herbeiführen; aber dieſe Wirkung wird durch die größere Quantität von Sauerſtoff, welchen die Pflanzen während des Tages aushauchen, vollſtändig wieder ausgeglichen. Im Allgemeinen erhält alſo mittelſt des Pflanzenreiches die Atmoſphäre beſtändig einen großen Zufluß von Sauerſtoff und wird in derſelben Zeit von einer gleich großen Quantität von kohlenſaurem Gaſe befreit, welche beide Proceſſe ſie rein und für das Athmen der Thiere tauglich erhalten. Beinahe die ganze Menge von Kohlenſtoff, welche ſich in den Pflanzen befindet, wird auf dieſe Art aus der Atmoſphäre hergenommen, welches die Hauptquelle iſt, aus welcher die Pflanzen dieſen Urſtoff ſchöpfen. In der Jahreszeit, zu welcher die Pflanzenwelt am kräftigſten vegetirt, ſind auch die Tage länger als die Nächte, ſo daß die während des Tages ſtattfindende Reinigung der Luft viel längere Zeit als die nächtliche Verderbniß derſelben andauert.

Der Sauerſtoff, den die Pflanzen ausſtrömen laſſen und die Kohlenſäure, welche die Thiere beim Athmen aushauchen, und die bei den verſchiedenen Verbrennungsproceſſen, welche ſtets und überall auf der Erde im Gange ſind, gebildet wird, werden ſchnell und gleichmäßig in der Atmoſphäre verbreitet. Dieß geſchieht nicht allein durch das ſtätige Beſtreben aller Gaſe zu gleichförmiger Verbreitung, ſondern auch durch die Wirkung der Winde, welche beſtändig die ganze Maſſe bewegen und die Miſchung ihrer verſchiedenen Beſtandtheile befördern, ſo daß ſie an jedem Puncte der Erdoberfläche und in jeder Höhe über derſelben vollkommen die nämlichen Miſchungsverhältniſſe zeigt.

Auf diese Art haben die beiden großen organischen Reiche der Schöpfung die Bestimmung erhalten, zur Erreichung eines und desselben Zweckes zusammenzuwirken, indem eins dem andern dient, und das nothwendige Gleichgewicht der Bestandtheile der Luft erhält, wodurch dieselbe allein zum Gedeihen und Wohlbefinden aller Arten von lebenden Wesen geeignet wird, welche bald zu Grunde gehen müßten, wenn die Wirkungen eines dieser Reiche unterbrochen und aufgehoben würden. Es ist unmöglich, sich der Betrachtung einer solchen genauen Uebereinstimmung von so entgegengesetzten Erscheinungen und Vorgängen hinzugeben, ohne diese herrliche Anordnung einer unendlichen Weisheit zu bewundern, welche sich über eine so ungeheure Anzahl von Wesen verbreitet und welche die Einheit ihres Planes, nach welchem die gesammte organische Welt geschaffen wurde, uns so klar zu erkennen gibt.

§. 5. Von der absteigenden Bewegung des Pflanzensaftes.

Der Saft, welcher während seines Aufsteigens aus den Wurzeln nur eine kleine Menge mit sehr vielem Wasser verdünnten Nahrungsstoff enthielt, ist nun, nachdem er in den Blättern, gleich wie in einem Laboratorium, den zweifachen Einfluß der Verdünstung und Luftathmung erfahren hat, sehr reich an nährenden Theilen geworden und dieser Nahrungsstoff befindet sich in die besondere Form und Zusammensetzung gebracht, welche ihn fähig machen, zum Wachsthum der Organe und andern Zwecken des vegetabilischen Lebens dienen zu können. Diese Flüssigkeit entspricht von jetzt an dem Blute der Thiere, welches, gleich dem verarbeiteten Pflanzensafte, als flüssige Nahrung angesehen werden kann und der besondern Art von organischen Wesen, denen sie nachher angeeignet werden soll, bereits vollkommen verähnlicht und assimilirt ist. In so fern er von den Blättern gleichsam zurückgesendet wird, um an die verschiedenen Organe, die seiner nöthig haben, vertheilt zu werden, nennt man ihn den rückkehrenden oder absteigenden Saft, um ihn von jener noch unausgearbeiteten Flüssigkeit zu unterscheiden,

als welche er zuerst in die Blätter gelangte und die man den aufsteigenden Saft nennt.

Der absteigende Saft enthält immer noch eine beträchtliche Menge reines Wasser, was deswegen nöthig ist, damit er fortwährend das Vehikel verschiedener Nahrungsstoffe seyn könnte, welche in ihm aufgelöst sind. Doch ist es wahrscheinlich, daß ein großer Theil des Wassers, welches die Blätter ausdünsteten, zersetzt wird und daß seine einzelnen Bestandtheile sich aufs neue mit gewissen Mengen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, nebst unterschiedlichen Erden, Metallen und Salzen verbinden, um die sogenannten nähern Bestandtheile des Pflanzenreichs zu bilden, welche man im absteigenden Safte antrifft.

Der einfachste dieser nähern Bestandtheile und zugleich derjenige, welcher im Allgemeinen am häufigsten angetroffen wird, ist das Gummi*). Aus dem allgemeinen Vorkommen dieses Stoffes in den Pflanzensäften und besonders in dem absteigenden Safte, aus seinen milden und reizlosen Eigenschaften, aus seiner großen Auflöslichkeit im Wasser und durch die Leichtigkeit, mit welcher sich verschiedene andere Pflanzenstoffe in Gummi verwandeln lassen, wird man zu der Vermuthung geführt, daß dieser Stoff die Basis aller Pflanzennahrung sey; und seine einfache und bestimmte Zusammensetzung läßt uns denselben als das unmittelbare Resultat der chemischen Veränderungen erkennen, welche mit dem Safte in den Blättern vorgingen. Während des Absteigens erleidet dieser Saft in den verschiedenen Theilen der Pflanzen eine weitere Verarbeitung, welche zur Bildung neuer Producte Veranlassung gibt. Wir wollen nun diesen ferneren

*) Nach den Untersuchungen von Dr. Prout enthalten 1000 Grane Gummi 586 Grane der Elemente des Wassers, d. h. Sauerstoff und Wasserstoff genau in dem Verhältniß, in welchem sie, mit einander verbunden, 586 Grane Wasser gebildet hätten, und 414 Grane Kohlenstoff oder der Basis der Kohlensäure. Diese Verhältnisse entsprechen, nach der Theorie der chemischen Aequivalente, einem Volumen Wasser und einem Volumen Kohlenstoff. Philos. Trans. for 1827, p. 584.

Veränderungen durch die noch übrigen Organe der Pflanze folgen.

Auf zwei verschiedenen Wegen steigt der Saft aus den Blättern abwärts. Bei den Pflanzen mit zwei Saamenlappen (Plantæ exogenæ) findet der größere Theil des Saftes leicht seinen Weg durch den Bast, oder die innerste Lage der Rinde, während ein anderer Theil durch den Splint, oder die jüngste Lage des Holzes, herabsteigt. Was jedoch die Kanäle selbst betrifft, durch welche Saft herabfließt, so lassen sich dieselben eben so wenig mit Bestimmtheit angeben, als jene, welche den aufsteigenden Saft in die Höhe führen. Decandolle behauptet zwar, daß in beiden Fällen die Flüssigkeiten ihren Weg durch die Zwischenzellenräume nehmen; andere Pflanzenphysiologen sind dagegen der Meinung, daß es besondere Gefäße zur Fortleitung des herabsteigenden Saftes gebe. Die außerordentliche Kleinheit dieser Pflanzenorgane hat bis jetzt der Entscheidung dieser wichtigen Frage unübersteigliche Hindernisse in den Weg gelegt und unsere Schlüsse können sich daher nur auf indirecte Beweise gründen. Die Vorgänge im Thierreich, wo Gefäße und Canäle und die übrigen Organe der Fortbewegung klar vor Augen liegen, geben zu unvollkommene Analogien ab, um uns bei der Entscheidung dieser delicaten Frage leiten zu können; denn ob gleich es wahr ist, daß in den höhern Thierclassen der Kreislauf der ernährenden Flüssigkeiten, oder des Blutes, ganz deutlich erkannt werden kann, so wird doch schon in den untersten Classen des Thierreiches und im Embryonenzustande selbst der unvollkommenern Thiere der Nahrungssaft vertheilt, ohne in sichtbare Gefäße eingeschlossen zu seyn. Er muß daher entweder durch größere Höhlen im Innern des Körpers seinen Weg nehmen, oder durch die Zwischenräume des Zellgewebes dringen. Daß das letztere auch im Pflanzenreich stattfinde, hat man deswegen als wahrscheinlich angenommen, weil sich die Nahrungsflüssigkeit eben so leicht auch in solchen Pflanzen überall hin vertheilt, welche keine Gefäße haben, woraus man wenigstens zu dem Schlusse berechtigt ist, daß zu diesem Vorgange Gefäße nicht absolut nothwendig sind. Was die Kräfte betrifft, welche das Herabsteigen des

Saftes und ſeine Vertheilung in die verſchiedenen Organe bewirken, ſo wiſſen wir hierüber eben ſo wenig beſtimmtes, als über die Kräfte, welche ſein Aufſteigen von der Wurzel in die Blätter veranlaſſen. Bei denjenigen Pflanzen endlich, die mit einem Saamenlappen keimen (Plantæ endogenæ) geht das Herabſteigen des Saftes auf ähnliche Weiſe durch diejenigen Theile vor ſich, welche zuletzt gebildet wurden, d. h. durch die innerſten Lagen ihres Stammes oder Stengels.

Der zurückkehrende Saft ſetzt während ſeines Kreislaufes durch die verſchiedenen Theile und Organe der Pflanzen in jedem derſelben die beſondern Stoffe ab, welche zu ihrem Wachsthum und geſunden Beſtehen erforderlich ſind. Derjenige Theil des Saftes, welcher, ohne einem aufſteigenden Strome zu begegnen, durch den Baſt herabſteigt, gelangt ohne Hinderniß zu den Wurzeln, zu deren Wachsthum er hauptſächlich beiträgt, nachdem er zuvor die Ernährung der innern Rindenlage beſorgt hatte. Der andere Theil des Saftes dagegen, der im Splinte herabſteigt, trifft mit der aufwärtsgehenden Saftſtrömung zuſammen, welche, wenigſtens während des Tages, mit ziemlicher Gewalt in die Höhe drückt. Wahrſcheinlich findet nun eine Vermiſchung dieſer beiden Flüſſigkeiten ſtatt, wodurch wieder neue Stoffveränderungen entſtehen müſſen, welche aber weiter zu verfolgen und zu unterſuchen uns wegen der geheimnißvollen Natur der hier im Innerſten des pflanzlichen Organismus vorgehenden chemiſchen Proceſſe durchaus verwehrt iſt. Alles, was uns hievon zu beobachten erlaubt iſt, ſind die Reſultate dieſer Proceſſe, nämlich die allmählich erfolgende Ablagerung der Materialien des künftigen Splintes und Baſtes. Dieſe Stoffe werden zuerſt in der Form einer Lage klebriger Subſtanz, welche man das Cambium nennt, abgeſetzt; dieß iſt ein Stoff, welcher zunächſt aus den feſtern Beſtandtheilen des Saftes zu beſtehen ſcheint, welche aus demſelben durch Verdünſtung eines Theiles des Waſſers, in dem ſie aufgelöſt waren, niedergeſchlagen worden ſind. Mit der Zeit wird nun das Cambium immer dichter und feſter und nimmt zuletzt diejenige Organiſation an, welche der Pflanzenart, von welcher es künftig einen integrirenden Theil ausmacht

eigenthümlich ist; es besteht dann aus zwei Lagen, die eine gehört dem Holze an und wird Splint genannt, die andere aber, welche der Rinde angehört, bildet das, was man den Bast heißt.

Die Splint- und Bastsubstanz, deren Bildungsgeschichte so eben erzählt wurde, spielen eine wichtige Rolle, indem sie noch weitere Veränderungen in den Nahrungsstoffen, welche der herabsteigende Saft beständig herbeiführt, einleiten und bewirken helfen. Die Zellen jener beiden Substanzen saugen das Gummi aus der sie umgebenden Flüssigkeit auf, und veranlassen durch ihre vitale Einwirkung fernere Aenderungen in der chemischen Zusammensetzung desselben und verwandeln es, je nach der Art, wie seine Elementartheile gemischt sind, in Stärke, Zucker oder Holzstoff. Denn obgleich jede dieser Substanzen sehr verschiedene sinnliche Merkmale besitzt, so zeigen sie doch in Betreff ihrer chemischen Zusammensetzung bloß unbedeutende Unterschiede, so daß man vermuthen darf, daß nur geringe chemische Wirkungen erforderlich sind, um jene Umwandlungen zu bewirken, und daß sie leichtlich im einfachen Pflanzengewebe vor sich gehen können *) †).

Durch eine Reihe von Zersetzungen, welche in den Werkstätten der Chemiker künstlich bewirkt werden können, hat man gefunden, daß Gummi und Zucker nur intermediäre Producte

---

*) Nach den Analysen von Dr. Prout ist folgendes die Zusammensetzung dieser Substanzen: 1000 Theile von

Reinem arabischen Gummi bestehen aus 586 Theilen Sauerstoff und Wasserstoff, in dem Verhältnisse mit einander vereinigt, in welchem sie Wasser bilden, und 414 Theile Kohlenstoff.

Trockene Stärke od. Satzmehl aus 560 Th. Wasser u. 440 Th. Kohlenst.
Reiner crystallisirter Zucker aus 572 „ „ „ 428 „ „
Holzstoff vom Buchsholze aus 500 „ „ „ 500 „ „

†) Nach Herrmann enthält das

Gummi	36,00	Kohlenstoff,	6,46	Wasserstoff,	57,54	Sauerstoff;
Stärkemehl	37,50	„	6,64	„	55,76	„
Zucker	42,50	„	6,66	„	50,84	„
Fichtenholz	45,75	„	6,68	„	47,57	„

(Log. 18,368.) Anm. d. Uebers.

und Uebergangsformen zwischen andern Stoffen sind, und daß sie, aus ihrer großen Auflöslichkeit zu schließen, absichtlich dazu geschaffen zu seyn scheinen, um mit Leichtigkeit von einem Organ zum andern geführt zu werden. Stärke und Holzstoff dagegen sind Verbindungen von beharrlicherem Character und deßwegen besonders geeignet, in den Organen zurückbehalten zu werden. Die Stärke, welche, obgleich fester Natur, dennoch eine große Auflöslichkeit besitzt, ist besonders geschickt als Nahrungsstoff im Pflanzenreiche zu dienen. Zu dem Zwecke künftig angewendet zu werden, findet sie sich deswegen auch wie in Vorrathskammern angehäuft und spielt im Pflanzenreich dieselbe Rolle, wie das Fett im Thierreiche, nämlich die einer Hülfsquelle für Bedürfnisse, welche erst in der Folge entstehen. In dieser Absicht ist sie sorgfältig in kleinen Zellen verwahrt und aufgespeichert, deren Wände sie vor einer zu schnellen Auflösung durch die sie umgebende Flüssigkeit schützen, aber das Durchdringen dieser Flüssigkeit und die Auflösung der Stärke dann gestatten, wenn der Organismus der Pflanze dieselbe verlangt und bedarf. Die knollige Wurzel der Kartoffel, dieses unschätzbaren Geschenkes, mit welchem die Vorsehung das Menschengeschlecht gesegnet hat, ist ein deutliches Beispiel einer solchen Vorrathskammer von Nahrungsstoff.

Der Holzstoff dagegen wird zu dem Ende in den Pflanzen abgesetzt, um einen unveränderlichen Theil ihres Organismus zu bilden; er gibt die Grundlage für die Holzfaser ab und mechanischen Halt und Stütze für die ganze Pflanze. Man kann daher die Holzfasern mit den Knochen der Thiere vergleichen, indem sie durch ihre Vereinigung ebenfalls ein festes Gerüste oder Skelet des Pflanzenorganismus darstellen. Es scheint nicht, daß die Holzfaser in der lebenden Pflanze weiterer Veränderung fähig sey; wenigstens sehen wir sie unter keinerlei Umständen aufgesaugt und andern Organen des Pflanzenkörpers zugeführt werden, wie dieß mit dem Nahrungsstoff von leicht veränderlicher Natur der Fall ist.

Außer dem Kohlenstoffe enthält der Pflanzensaft auch noch einige salzige Verbindungen und eine geringe Anzahl erdiger und

metalliſcher Baſen aufgelöſt; Stoffe, welche, wenn ſie auch in noch ſo geringer Menge vorhanden ſind, dennoch ohne Zweifel einen mächtigen Einfluß auf die Bewirkung mancher chemiſchen Veränderungen unter den Elementarbeſtandtheilen organiſcher Stoffe haben und ihnen beſondere Eigenſchaften mittheilen müſſen, indem es jetzt eine ausgemachte Thatſache iſt, daß eine kaum bemerkbare Menge irgend eines Beſtandtheiles die auffallendſten Umwandlungen in den Qualitäten einer ganzen Verbindung hervorzubringen vermag. Das Gold liefert einen Beleg hiefür. Seine ſo außerordentliche Dehnbarkeit wird durch eine Beimiſchung von Spießglanzmetall oder Blei, deren Menge kaum $\frac{1}{2000}$ der ganzen Maſſe beträgt, durchaus zerſtört; ja ſogar ſchon die Dämpfe von Spießglanzmetall, wenn ſie auf geſchmolzenes Gold einwirken, ſollen, nach den Beobachtungen von Hatchett, ſeine Dehnbarkeit vernichten. In den Verſuchen, welche Sir John Herſchel über die merkwürdigen Bewegungen anſtellte, welche in flüſſigen Leitern von dem Durchgehenlaſſen electriſcher Strömungen erregt werden, fand derſelbe, daß eine Spur von Kalkerde, die in einigen Fällen weniger als den millionenſten Theil des Ganzen betrug, hinreichend war, um ſehr bemerkbare mechaniſche Bewegungen und beſtimmte Eigenſchaften den Körpern mitzutheilen, denen ſie beigemiſcht war *).

Da die Kieſelerde die dichteſte und am wenigſten lösbare aller Erden iſt, ſo läßt ſich natürlich vermuthen, daß jede Menge derſelben, welche im aufgelöſten Zuſtande in den pflanzlichen Organismus aufgenommen worden iſt, ſich durch die Waſſerverdünſtung ſehr ſchnell wieder aus dem Safte niederſchlagen werde, und man hat wirklich gefunden, daß der größte Theil dieſer Kieſelerde in den Blättern und den ihnen zunächſt gelegenen Theilen abgelagert wird. Dieſer Stoff, wenn einmal niedergeſchlagen, ſcheint nicht mehr aufgelöſt und auf andere Organe übertragen, oder aus dem Organismus entfernt werden zu können; und ſo geſchieht es, daß mit der Zeit eine beträchtliche Anhäufung dieſer Erde ſtattfindet, wodurch ſich die Zellen

*) Philos. Trans. for 1834, p. 162.

und Gefäße der Pflanzen verstopfen und der Durchgang des Nahrungssaftes durch dieselben mehr und mehr behindert wird. Diesen Vorgang hat man als die Haupturſache des Verwelkens und Abfallens der Blätter zu betrachten, weil von dieſem Verſtopftwerden der Gefäße die Blattſtiele am meiſten betroffen werden, abſterben, und dadurch das Ablöſen der Blätter vom Stamme nach ſich ziehen, welche, indem ſie auf dieſe Weiſe im Herbſte abfallen, denen Platz machen, welche im nächſten Frühlinge nachfolgen.

§. 6. Von den im Pflanzenreiche vorkommenden Abſonderungen.

Während die Kräfte der einfacheren Zellen hinreichend ſind, um in dem abſteigenden Safte die oben beſchriebenen Veränderungen, durch welche derſelbe in Gummi, Zucker, Stärke und Holzſtoff verwandelt wird, hervorzubringen, gibt es noch andere, künſtlicher gebildete, zellige Organe, die, mit größeren chemiſchen Wirkungskräften ausgeſtattet, noch größere Veränderungen zu bewirken im Stande ſind. Die Natur und das Weſen dieſer Thätigkeiten, durch welche derartige Umwandlungen hervorgebracht werden, ſind uns unbekannt, und letztere werden deßwegen gemeinhin den eigenthümlichen Lebenskräften der Pflanzen zugeſchrieben. Jene Prozeſſe ſelbſt aber hat man Abſonderungen (secretiones) genannt, und die Organe, in welchen ſie vor ſich gehen und die gewöhnlich als beſondere und eigenthümliche Gebilde unterſchieden werden können, heißt man Drüſen (glandulæ). Werden die Produkte der Abſonderungen chemiſch unterſucht, ſo findet man, daß der größere Theil derſelben eine bedeutende Menge Waſſerſtoff noch außer jenem enthält, welcher bereits mit Sauerſtoff verbunden als Waſſer in demſelben angetroffen wird. So verhält es ſich mit allen den ölichten Abſonderungen, ſeyen ſie nun flüchtiger oder fetter Natur; ferner mit denen, welche zu den harzigen Stoffen gezählt werden. Auf der andern Seite dagegen findet man auch wieder Secretionen, die eine überſchüſſige Menge von Sauerſtoff enthalten,

wohin die meiſten ſauren Pflanzenſäfte gehören; endlich gibt es auch noch ſolche, in denen der Stickſtoff vorherrrſchend iſt.

Alle dieſe Stoffe dienen beſtimmten Zwecken und Abſichten, obgleich es meiſtens ſehr ſchwer iſt, dieſelben auf eine befriedigende Art herauszufinden und nachzuweiſen. Einige derſelben ſind beſtimmt, beſtändig in den Bläschen, in welchen ſie erzeugt wurden, eingeſchloſſen zu bleiben; andere dagegen werden nur vorübergehend und in der Abſicht aufbewahrt, um zu einer andern Zeit ihre Anwendung zu finden; während endlich eine dritte Klaſſe derſelben als überflüſſig oder ſchädlich aus dem pflanzlichen Organismus ausgeworfen zu werden beſtimmt iſt; dieſe letzteren Produkte, von denen ſpäter noch einmal die Rede ſeyn wird, nennt man auch wohl zum Unterſchiede von den erſtern, Ausſonderungen (excretiones). Manche dieſer Flüſſigkeiten finden ihren Weg von einem Theile der Pflanze zum andern, ohne daß es ſcheint, daß ſie durch beſondere Kanäle geleitet würden; andere dagegen paſſiren durch Gefäße, welche ausſchließlich zu dieſem Zwecke beſtimmt und geſchaffen worden ſind.

Im Folgenden wollen wir einige Beiſpiele vom Nutzen und den Zwecken angeben, zu welchen die eigenthümlichen Abſonderungen der Pflanzen dienen oder verwendet werden. Man hat beobachtet, daß manche Flechten, welche feſt auf Kalkfelſen aufſitzen, wie z. B. die Patellaria immersa, im Verlaufe der Zeit tiefer und immer tiefer unter die Oberflächen des Felſens ſich einſenken; gleichſam wie wenn dieſelben eine Fähigkeit beſäßen, in die Felſenſubſtanz ſelbſt einzudringen, ähnlich derjenigen, welche wir bei manchen Seewürmern kennen gelernt haben. In beiden Fällen ſcheint die wirkende Kraft eine Säure zu ſeyn, welches bei den Flechten wahrſcheinlich Kleeſäure iſt, die den kohlenſauren Kalk aufzulöſen vermag und dadurch eine allmählige Aushöhlung des Felſens bewirkt. Dieſe Vermuthung wird durch die Beobachtung beſtätigt, daß dieſelbe Flechtenart, wenn ſie ihren Standort auf Felſen hat, die keinen Kalk enthalten, auf der Oberfläche verbleibt und nicht in den Felſen eindringt.

In manchen Fällen wird eine ätzende Flüſſigkeit in Bläs-

chen angesammelt, welche an der Basis dünner Haare sitzen die einen Kanal enthalten, um jene Flüssigkeit bis in ihre Spitze gelangen zu lassen. Ein Beispiel hievon gibt die Nessel. Die leiseste Berührung der auf den Blättern dieser Pflanze sitzenden Haare veranlaßt eine Ausfließen der in den Bläschen enthaltenen scharfen Flüssigkeit und ein Einimpfen derselben in die Haut, wodurch dann die wohlbekannte brennende Wirkung hervorgebracht wird. Der jüngere Decandolle hat durch chemische Versuche nachgewiesen, daß die ätzende Absonderung der Nesseln alkalischer Natur ist. In einigen Arten dieser Pflanzengattung sind die Haare so groß, daß der ganze vorhin beschriebene Mechanismus mit unbewaffneten Augen gesehen werden kann. Ein Mechanismus, welcher die auffallendste Aehnlichkeit mit den Giftzähnen der Schlangen hat, von denen noch später die Rede seyn wird.

Da die harzigen Absonderungen den Wirkungen des Wassers widerstehen, so finden wir dieselben häufig von der Natur als ein Mittel gebraucht, die jungen Knospen gegen die nachtheiligen Wirkungen der Feuchtigkeit zu schützen. In dieser Absicht finden wir auch die Oberfläche mancher Pflanzen mit einer Art von Wachsfirniß, einer Secretion, die gleichfalls hierher gehört, überzogen; so haben die Arten von Ceroxylon und Iriartea einen ziemlich dicken Wachsüberzug auf ihrem ganzen Stamme liegen. In andern Fällen ist die Pflanze mit einem äußerst feinen, bläulichen Staube überstreut, welcher dieselbe Eigenschaft das Wasser abzuhalten besitzt; die Blätter der Eiskrautarten, Mesembryanthemum, der Melde, Atriplex, und mancher Kohlarten können als Beispiele dieser sonderbaren Eigenschaft angeführt werden. Solche Pflanzungen, wenn man sie auch vollkommen unter das Wasser getaucht hat, können nachher aus demselben genommen werden, ohne im Mindesten naß geworden zu seyn; sie zeigen uns in dieser Beziehung eine Analogie mit dem Gefieder des Schwans und anderer Wasservögel, welches durch eine ölichte Absonderung, mit der die Federn überzogen sind, vollkommen undurchdringlich für das Wasser gemacht wird. Manche Wasserpflanzen, wie

z. B. die Arten **Batrachospermum**, ſind auf ähnliche Art durch einen klebrigen Ueberzug geſchützt, wodurch ihre bei der Berührung ſich ſchlüpfrig anfühlende Blätter dem Eindringen des Waſſers Widerſtand leiſten können.

Verſchiedene Pflanzenfamilien enthalten Flüſſigkeiten, die undurchſichtig und von einer weißen, milchigen Beſchaffenheit ſind; dahin gehören der Mohn, der Feigenbaum, die Winde (Convolvulus) und eine Menge anderer Gattungen; eine ähnliche Art von Saft, aber von gelber Farbe, findet man im Schöllkraute (Chelidonium). Alle dieſe Pflanzenſäfte ſind harziger Natur und beſitzen gewöhnlich in hohem Grade ſcharfe und ſelbſt giftige Eigenſchaften; ihre Undurchſichtigkeit verdanken ſie einer großen Menge ſehr kleiner runder Körperchen, welche nur unter dem Vergrößerungsglaſe ſichtbar werden. Die Gefäße, in welchen dieſe Flüſſigkeiten enthalten ſind, ſind von eigenthümlicher Beſchaffenheit, haben Verzweigungen und Einmündungen unter einander und gleichen hierin den Blutgefäßen der Thiere. Mit Hülfe des Mikroskops ſehen wir auch, daß ſich die in denſelben enthaltenen Flüſſigkeiten in Strömungen von beträchtlicher Schnelle bewegen, wie man aus der ſichtbaren Bewegung der Kügelchen abnehmen kann, und ſie bieten ſomit eine merkwürdige Analogie mit der Blutcirculation einiger der unteren Ordnungen der Thiere dar. Dieſe ſonderbare Erſcheinung wurde zuerſt von Schulz im Schöllkraute, im Jahre 1820 entdeckt und von demſelben mit dem Namen Cyclosis in der Abſicht benannt, um dieſe Strömungen von der wahren Circulation zu unterſcheiden, im Falle weitere Unterſuchungen darthun würden, daß ihr dieſer letztere Name nicht zukomme *).

Dieſe Kreislaufbewegungen, welche man in den Milchſäften der Pflanzen beobachtet, haben in neueſter Zeit die Aufmerkſamkeit der Botaniker ganz beſonders auf ſich gezogen; doch iſt es noch bedeutenden Zweifeln unterworfen, ob dieſe Erſcheinung einen hinreichenden Beweis für eine ſtattfindende allgemeine Cir-

*) „Die Natur der lebendigen Pflanze.“ Vergleiche auch Annales des Sciences Naturelles, XXIII, 75.

culation der Nahrungssäfte derjenigen Pflanzen abgeben kann, in welchen man dieselben beobachtet, da es sich in der That gezeigt hat, daß die wahrnehmbaren Bewegungen immer nur partiell, und die Gränzen des Umlaufes sehr eingeschränkt sind. Die Ursache dieser Bewegungen ist bis jetzt unbekannt, doch lassen sie sich wahrscheinlich aus einer vitalen Zusammenziehung der Gefäße erklären, denn sie werden in demselben Augenblicke unterbrochen, in welchem die Pflanze irgend eine Beeinträchtigung erleidet, und sind um so lebhafter, je höher die Temperatur der Athmosphäre ist. *)

Diese Erscheinung findet man im Allgemeinen in allen Pflanzen mit Milchsäften; man hat sie aber auch schon in manchen andern Pflanzen entdeckt, deren Säfte beinahe durchsichtig sind und nur wenige Kügelchen schwimmend enthalten, wie bei Chara, bei Caulinia fragilis und andern, bei denen man unter dem Mikroskope eine zweifache Strömung ganz vortrefflich wahrnehmen kann **). Sie bildet bei diesen Pflanzen einen vollkommenen Kreislauf in demjenigen Raume des Stängels, welcher zwischen zwei Gelenken oder Knoten liegt, und wo man auf einen Blick die auf beiden Seiten des Stängels vor sich gehende auf- und abwärts steigende Strömung leicht sehen kann. Fig. 161 zeigt diesen Kreislauf in den sehr vergrößert dargestellten Zellen von Caulinia fragilis; die Richtung der Ströme wird durch die Pfeile angedeutet. Fig. 162 zeigt die Circulation in einem der gegliederten Haare vom Kelche der Tradescantia virginica, wo sich in jeder einzelnen Zelle derselben eine ähnliche Kreisbewegung der Flüssigkeiten wahrnehmen läßt.

---

*) Es ist hier, wie bereits an einigen andern Stellen von Contractilität und Zusammenziehungen der Zellen und Gefäße der Pflanzen als einem Mittel zur Saftbewegung in denselben die Rede. Man würde sich jedoch irren, wollte man sich unter diesen Ausdrücken die nämlichen Thätigkeiten vorstellen, welche sie im thierischen Körper bezeichnen. Die Starrheit der Pflanzengewebe verbietet die Annahme einer solchen Analogie durchaus. Anm. d. Uebers.

**) Fig. 161 ist von Amici entlehnt, und Fig. 162 von der Zeichnung, welche Slack in den Trans. Soc. Arts, Bd. XIX. gegeben hat.

wohin die meiſten ſauren Pflanzenſäfte gehören; endlich gibt es auch noch ſolche, in denen der Stickſtoff vorherrrſchend iſt.

Alle dieſe Stoffe dienen beſtimmten Zwecken und Abſichten, obgleich es meiſtens ſehr ſchwer iſt, dieſelben auf eine befriedigende Art herauszufinden und nachzuweiſen. Einige derſelben ſind beſtimmt, beſtändig in den Bläschen, in welchen ſie erzeugt wurden, eingeſchloſſen zu bleiben; andere dagegen werden nur vorübergehend und in der Abſicht aufbewahrt, um zu einer andern Zeit ihre Anwendung zu finden; während endlich eine dritte Klaſſe derſelben als überflüſſig oder ſchädlich aus dem pflanzlichen Organismus ausgeworfen zu werden beſtimmt iſt; dieſe letzteren Produkte, von denen ſpäter noch einmal die Rede ſeyn wird, nennt man auch wohl zum Unterſchiede von den erſtern, Ausſonderungen (excretiones). Manche dieſer Flüſſigkeiten finden ihren Weg von einem Theile der Pflanze zum andern, ohne daß es ſcheint, daß ſie durch beſondere Kanäle geleitet würden; andere dagegen paſſiren durch Gefäße, welche ausſchließlich zu dieſem Zwecke beſtimmt und geſchaffen worden ſind.

Im Folgenden wollen wir einige Beiſpiele vom Nutzen und den Zwecken angeben, zu welchen die eigenthümlichen Abſonderungen der Pflanzen dienen oder verwendet werden. Man hat beobachtet, daß manche Flechten, welche feſt auf Kalkfelſen aufſitzen, wie z. B. die Patellaria immersa, im Verlaufe der Zeit tiefer und immer tiefer unter die Oberflächen des Felſens ſich einſenken; gleichſam wie wenn dieſelben eine Fähigkeit beſäßen, in die Felſenſubſtanz ſelbſt einzudringen, ähnlich derjenigen, welche wir bei manchen Seewürmern kennen gelernt haben. In beiden Fällen ſcheint die wirkende Kraft eine Säure zu ſeyn, welches bei den Flechten wahrſcheinlich Kleeſäure iſt, die den kohlenſauren Kalk aufzulöſen vermag und dadurch eine allmählige Aushöhlung des Felſens bewirkt. Dieſe Vermuthung wird durch die Beobachtung beſtätigt, daß dieſelbe Flechtenart, wenn ſie ihren Standort auf Felſen hat, die keinen Kalk enthalten, auf der Oberfläche verbleibt und nicht in den Felſen eindringt.

In manchen Fällen wird eine ätzende Flüſſigkeit in Bläs-

chen angesammelt, welche an der Basis dünner Haare sitzen die einen Kanal enthalten, um jene Flüssigkeit bis in ihre Spitze gelangen zu lassen. Ein Beispiel hievon gibt die Nessel. Die leiseste Berührung der auf den Blättern dieser Pflanze sitzenden Haare veranlaßt eine Ausfließen der in den Bläschen enthaltenen scharfen Flüssigkeit und ein Einimpfen derselben in die Haut, wodurch dann die wohlbekannte brennende Wirkung hervorgebracht wird. Der jüngere Decandolle hat durch chemische Versuche nachgewiesen, daß die ätzende Absonderung der Nesseln alkalischer Natur ist. In einigen Arten dieser Pflanzengattung sind die Haare so groß, daß der ganze vorhin beschriebene Mechanismus mit unbewaffneten Augen gesehen werden kann. Ein Mechanismus, welcher die auffallendste Aehnlichkeit mit den Giftzähnen der Schlangen hat, von denen noch später die Rede seyn wird.

Da die harzigen Absonderungen den Wirkungen des Wassers widerstehen, so finden wir dieselben häufig von der Natur als ein Mittel gebraucht, die jungen Knospen gegen die nachtheiligen Wirkungen der Feuchtigkeit zu schützen. In dieser Absicht finden wir auch die Oberfläche mancher Pflanzen mit einer Art von Wachsfirniß, einer Secretion, die gleichfalls hierher gehört, überzogen; so haben die Arten von Ceroxylon und Iriartea einen ziemlich dicken Wachsüberzug auf ihrem ganzen Stamme liegen. In andern Fällen ist die Pflanze mit einem äußerst feinen, bläulichen Staube überstreut, welcher dieselbe Eigenschaft das Wasser abzuhalten besitzt; die Blätter der Eiskrautarten, Mesembryanthemum, der Melde, Atriplex, und mancher Kohlarten können als Beispiele dieser sonderbaren Eigenschaft angeführt werden. Solche Pflanzungen, wenn man sie auch vollkommen unter das Wasser getaucht hat, können nachher aus demselben genommen werden, ohne im Mindesten naß geworden zu seyn; sie zeigen uns in dieser Beziehung eine Analogie mit dem Gefieder des Schwans und anderer Wasservögel, welches durch eine ölichte Absonderung, mit der die Federn überzogen sind, vollkommen undurchdringlich für das Wasser gemacht wird. Manche Wasserpflanzen, wie

§. 7. Von den Auswurfstoffen der Pflanzen.

Decandolle hatte schon vor längerer Zeit die Vermuthung ausgesprochen, daß im absteigenden Safte der Pflanzen enthaltene, überflüssige oder schädliche Theile durch die Wurzeln ausgesondert und entfernt würden. Es ist klar, daß wenn solche Vorgänge wirklich stattfinden, es sich leicht erklären ließe, warum Pflanzen einen Boden, in welchem sie längere Zeit hindurch angebaut wurden, immer weniger tauglich machen, sie in einem eben so kräftigen Zustande hervorzubringen, als dies der Boden an eben derselben Stelle anfänglich that; und warum Pflanzen, die einer andern Gattung angehören, sehr häufig ganz vortrefflich an derselben Stelle gedeihen, wo diese scheinbare Verschlechterung des Bodens stattgefunden hat. Die Wahrheit jener scharfsinnigen Vermuthung ist durch die neueren Versuche von Macaire *) auf eine sehr schlagende Weise bestätigt worden. Die Wurzeln einer Pflanze (Chondrilla muralis) wurden sorgfältig gereinigt und in filtrirtes Regenwasser eingetaucht. Das Wasser wurde alle zwei Tage gewechselt und die Pflanze fuhr fort, zu grünen und frische Blüthen zu entwickeln; nach Verfluß von acht Tagen hatte das Wasser eine gelbe Farbe angenommen und gab durch Geschmack und Geruch die Anwesenheit eines bittern, narkotischen Stoffes, ähnlich dem des Opiums, zu erkennen; ein Resultat, das durch die Anwendung chemischer Prüfungsmittel und durch den röthlichbraunen Rückstand, den man durch die Verdünstung des Wassers erhielt, in der Folge noch weiter bestätigt wurde. Macaire überzeugte sich auch, daß weder die Wurzeln noch die Stängel derselben Pflanze, wenn sie einzeln abgeschnitten und ins Wasser gelegt wurden, diese Erscheinungen hervorzubringen vermögen, woraus er schloß, daß dieselben das Resultat einer Aussonderung der Wurzel seyen, welche, so lange die Pflanze kräftig vegetirt, beständig vor sich gehet. Durch vergleichende Untersuchungen,

*) Die erste Nachricht von diesen Versuchen wurde im fünften Bande der „Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève“ gegeben, und findet sich wiederholt in den „Annales des Sciences Naturelles“ XXVIII, 402.

welche er über die nach den Tageszeiten verschiedene Menge des von den Wurzeln der gemeinen Gartenbohne, Phaseolus vulgaris, auf diese Art ausgesonderten Stoffes anstellte, fand derselbe, daß die Absonderung während der Nacht weit beträchtlicher ist, als die, welche während des Tages stattfindet; ein Ereigniß, welches sich ganz ungezwungen aus der Unterbrechung erklärt, welche die Function der Blätter durch die Abwesenheit des Lichtes erleiden muß, wodurch die damit in genauem Zusammenhange stehende Auffaugung durch die Wurzeln aufgehoben wird. Dies wurde durch die Resultate mehrerer Versuche bewiesen, welche er so anstellte, daß dieselben Pflanzen den Tag über an einem dunklen Ort stehen blieben, wobei er denn fand, daß die Aussonderung der Wurzeln unter diesen Umständen sogleich vermehrt wurde. Allein auch dann, wenn die Pflanzen dem vollen Lichte ausgesetzt werden, findet immer noch einige, wenn auch geringe, Aussonderung von den Wurzeln statt.

Durch eine andere Reihe von Versuchen, die man an Mercurialis annua, Senecio vulgaris und der gemeinen Kohlpflanze, Brassica campestris, anstellte, wurde bewiesen, daß die Pflanzen auch die Fähigkeit besitzen, sich durch diesen Aussonderungsprozeß von schädlichen Stoffen, welche die Wurzeln zufällig ausgesaugt haben, zu befreien. Die Wurzeln einer jeden der obengenannten Pflanzen wurden zuerst sorgfältig gewaschen und gereinigt, dann in zwei Hälften getrennt und die eine derselben in ein Gefäß mit verdünnter Bleizuckerauflösung, die andere in eins mit reinem Wasser getaucht. Nach einigen Tagen, während welcher Zeit die Pflanzen fortfuhren, ziemlich gut zu gedeihen, wurde das Wasser in dem letzteren Gefäße untersucht und eine merkliche Quantität Bleizucker in demselben gefunden. Derselbe Versuch wurde auch auf folgende abgeänderte Art wiederholt. Man tauchte die ganze Wurzel in eine ähnliche Bleizuckerauflösung, entfernte sie nach einiger Zeit aus derselben und stellte sie sorgfältig abgewaschen (um etwa auf der Oberfläche hängen gebliebene Theilchen zu entfernen) aufs neue zwei Tage lang in reines Wasser, worauf man in demselben gleichfalls bestimmte Spuren von Bleizucker entdecken konnte. Aehnliche Versuche, die man anstatt mit Blei-

ist, als wäre sie durch das vorausgegangene Wachsthum derselben Species an der nämlichen Stelle hervorgebracht worden.

Der einzige Endzweck, welchen wir an diese große Reihe von Erscheinungen, die sich auf die Ernährungsfunction der Pflanzen beziehen, geknüpft sehen, ist die Bildung gewisser organischer Producte, welche einer höhern Ordnung von Geschöpfen zum Lebensunterhalte dienen. Denn das Gedeihen und selbst die Existenz des Thierreiches ist gänzlich abhängig von der Pflanzenwelt. Die Pflanzen scheinen bestimmt zu seyn, eine gewisse Zahl von Urstoffen, die dem unorganischen Reiche entnommen sind, zu vereinigen und sie den Wirkungen der vitalen Chemie zu unterwerfen, einer Kraft, deren Thätigkeitsäußerungen zu geheimnißvoll und verwickelt sind, um von dem menschlichen Verstande erfaßt oder von menschlicher Kraft nachgeahmt werden zu können, welche jene Urstoffe in verschiedene nährende Substanzen umwandelt. Von diesen Nahrungsstoffen wird ein Theil von den Pflanzen selbst zur Erhaltung ihres eigenen individuellen Organismus und zur Entwicklung derjenigen Theile, durch welche die Unsterblichkeit der Species erhalten wird, verbraucht; ein anderer Theil dient unmittelbar als Nahrung für verschiedene Gattungen der Thiere; und der Rest wird entweder zur Fruchtbarmachung des Bodens und zur Vorbereitung desselben zur Hervorbringung einer künftigen, noch üppigern und reichern Vegetation verwendet, oder bildet begraben im Schoße der Erde einen Theil jenes ungeheuern Vorraths brennbarer Stoffe, welche zum Gebrauche für spätere Menschengeschlechter bestimmt sind, wenn einst die Künste der Civilisation die unberechenbaren und mächtigen Kräfte und Fähigkeiten des Menschen noch mehr entwickelt haben werden.

III. Capitel.

Von der Ernährung der Thiere im Allgemeinen.

§. 1. Von der Nahrung der Thiere.

Die Ernährung ist eine Lebensverrichtung, welche für die Organisation der Thiere von keiner geringern Wichtigkeit ist, als für die der Pflanzen. Da die Thiere mit weit energischeren Lebenskräften versehen sind und sich in einem weitern Wirkungskreis von Thätigkeiten bewegen, so haben sie, im Vergleich mit den Pflanzen, eine bei Weitem größere Masse ernährender Materialien zu ihrem Lebensunterhalte und zur Ausübung ihrer verschiedenartigern und höhern Fähigkeiten nöthig. Die Materialien, welche zur Ernährung der Thiere dienen, müssen in allen Fällen vorher auf eine ganz besondere Weise unter einander verbunden werden; und diese Art der Verbindung kann blos durch die Einwirkung der Lebenskräfte des thierischen Organismus hervorgerufen werden. Bei der Verwandlung der Pflanzenstoffe in thierische Säfte finden sich, als vornehmlichste Veränderung in Absicht auf chemische Verbindung, die Entfernung einer gewissen Menge Kohlenstoff und das Hinzukommen von Stickstoff*). Andere, freilich weniger erkennbare

*) Die neuern Untersuchungen von Macaire und Marcet haben die Absicht, die wichtige Thatsache zu beweisen, daß der Chylus und das Blut der fleischfressenden sowohl als der pflanzenfressenden Thiere in ihrer chemischen Zusammensetzung, wenigstens so weit es auf ihre entferntern Bestandtheile ankommt, dieselbe ist. Sie fanden in dem Chylus namentlich dasselbe Verhältniß von Stickstoff, komme nun der Chylus von Pflanzen- oder animalischer oder gemischter Nahrung her. Eben so verhielt es sich mit dem

*) Diese Angabe scheint uns auf nicht sehr genauen Untersuchungen zu beruhen und ist um so weniger sicher, weil die entferntern Bestandtheile nicht so leicht mit Pünctlichkeit zu prüfen sind und ihre Untersuchung und Aufzählung zu keinem für die Wissenschaft nützlichen Resultat führt. Bei organischen Stoffen kann uns

Veränderungen, die aber vielleicht eben so wichtig sind, als die vorigen, ereignen sich in großer Ausdehnung in Beziehung auf die Verhältnisse der salinischen, erdigen und metallischen Bestandtheile, welche alle, und besonders das Eisen, in den thierischen Körpern sich in größerer Quantität vorfinden, als in den Pflanzen. Gleicherweise enthalten die erstern eine größere Menge Schwefel und Phosphor als die letztern.

Die große haushälterische Zweckmäßigkeit, mit welcher die Natur die unzähligen Erzeugnisse ihrer schaffenden Thätigkeit mit der für ihren Lebensunterhalt nöthigen Quantität Futter versieht, wobei sie einem jeden diejenige Menge und Qualität verleiht, wodurch mit der ausgebreitetsten Fürsorge für sein Wohl gesorgt wird, muß unser Erstaunen und unsere Bewunderung im höchsten Maße erregen. Die Abnahme desselben ist so gering wie möglich, und doch finden wir, daß nichts, was Nahrungsstoff darbieten kann, ganz verloren geht. Es gibt in den organisirten Gebilden der Pflanzen und Thiere keinen Theil, der nicht unter gewissen Umständen irgend einer gewissen Insectengattung zur Nahrung diente oder doch wenigstens sonst auf eine andere Art zur Unterhaltung des thierischen Lebens beitrüge, sey er auch noch so hart in Beziehung auf Textur und noch so scharf in Absicht auf Qualität. Die saftreichern Theile der Pflanzen, wie die Blätter und die zartern Säfte, sind die hauptsächlichsten Nahrungsquellen für eine große Menge der größern Quadrupeden, für eine Unzahl von Insecten, so wie für sonstige zahlreiche Thierfamilien. Einige Pflanzen sind ganz besonders dazu vorhanden, eine bestimmte Thiergattung zu ernähren, welche zu Grunde gehen würde, wenn diese Pflanzen nicht mehr wachsen würden; so lebt die Seidenraupe ausschließ-

---

Blute sowohl von fleisch- als auch von pflanzenfreffenden Thieren, obgleich diese letztere Flüssigkeit immer mehr Stickstoff enthält als der Chylus. (Mémoires de la societé de physique et d'histoire naturelle de Genève, p. 389.)

nur die Betrachtung der nähern Bestandtheile von Wichtigkeit seyn, und diese sind bei verschiedenen Gattungen von Chylus und Blut so verschieden, daß wir hinlänglich darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch die entferntern Bestandtheile wohl nicht so ganz dieselben seyn möchten. Anm. d. Uebers.

lich von den Blättern des Maulbeerbaumes; und noch viele andere Raupenarten sind beziehungsweise auf eine besondere Pflanze angewiesen, welche sie allen andern vorziehen. So gibt es wenigstens fünfzig verschiedene Insectengattungen, welche allein von der gemeinen Brennnessel leben, und Pflanzen, deren Säfte außerordentlich scharf und für die meisten Thiere giftig sind, wie die Euphorbiumarten (Wolfsmilch), das Bilsenkraut (Hyoscyamus) und der Nachtschatten (Solanum) bieten andern ein gutes und heilsames Futter dar. Unzählige Thiergattungen leben von Früchten und Samen, während andere sich an den Säften laben, welche sie aus Blüthen und andern Pflanzentheilen aussaugen; und andere wieder beziehen hauptsächlich ihre Nahrung von den harten Fasern der Rinden oder Hölzer.

Viel allgemeiner ist bei den verschiedenen Thieren der Verbrauch von thierischem Nahrungsstoff. Jede Thierclasse hat ihre fleischfressenden Familien, welche lebende Geschöpfe jeder Art verzehren; einige sind darauf angewiesen, das Fleisch der größern Thiergattungen, sowohl unter den Säugthieren und Vögeln als Fischen, zu verzehren, während sich andere vorzugsweise von Reptilien oder Mollusken nähren und einige ihren Hunger nur mit Insecten stillen. Die kleinern Thiergattungen sind dabei nicht weniger raubgierig und gefräßig als die, welche zu den größern Säugthierfamilien gehören, denn die Spinnen sind auf dem Lande und die Krustenthiere in der See die Repräsentanten der Löwen und Tiger der Wälder und entwickeln in ihrer Art eine eben so unersättliche und grausame Raubgier. Andere Thierfamilien dagegen, und namentlich solche, die von geringer Körpergröße sind, sind darauf angewiesen, ein parasitisches Leben zu führen, und ihre Organe sind nur dazu geschaffen, das Blut oder sonstige Säfte anderer Thiere einzusaugen.

Kaum ist ein größeres Thier gestorben, so eilt eine Menge anderer von jeder Classe an die Stelle, wo es verendete, um das Mahl, das ihnen die Natur verliehen hat, mit einander zu theilen. Wird der Leichnam nicht durch Raubvögel oder fleischfressende Säugthiere zerrissen, so wird er unfehlbar bald durch Schwärme von Insecten angegriffen, welche schnell seine weichern

Theile verzehren und nur die Knochen übrig laſſen *). Und dieſe ſind wieder eine willkommene Nahrung für die Hyäne, deren kraftvolle Kinnbacken ganz dazu geſchaffen ſind, ſie zu kleinen Stücken zu zermalmen und deren Magen aus denſelben eine bedeutende Menge Nahrungsſtoff auszuſcheiden fähig iſt. Nicht weniger raſch geht das Geſchäft der Aufzehrung bei den Bewohnern der Gewäſſer vor ſich, wo unzählbare Heerden von Fiſchen, Cruſtaceen, Anneliden und Mollusken darauf lauern, eine jede todte animaliſche Materie, welche in ihren Bereich kommt, zu conſumiren. Die Aufzehrung verwelkter oder abgeſtorbener Pflanzentheile geht nicht ſo ſchnell von Statten; ſie bieten jedoch ebenfalls eine beträchtliche Maſſe von Nahrungsſtoff für die Schaaren der kleinern Thierwelt, welche zwar weniger in das Auge fallen, aber für den Haushalt der Schöpfung gerade nicht ſo unbedeutend ſind. Es iſt merkwürdig, daß die meiſten Inſecten, welche von Stoffen leben, die ſich zerſetzen, gleichviel, ob ſie aus dem Thier- oder Pflanzenreich ſtammen, eine weit größere Menge davon verzehren, als ſie zum Behuf ihrer Ernährung nöthig zu haben ſcheinen. Man muß indeſſen immer bedenken, daß die Natur bei ihrer Bildung andere Zwecke, als nur ihre individuelle Exiſtenz im Auge hatte. Sie ſcheinen gleichſam die Beſtimmung zu haben, die Straßenreiniger für die organiſche Materie zu ſeyn und dazu verwendet zu werden, alle jene Theilchen, deren beſtändige Anhäufung die Atmoſphäre oder das Waſſer verpeſten würde und weit umher Verwüſtung und Tod verbreiten könnte, hinwegzuſchaffen.

*) Linné war von der ungeheuern Schnelligkeit, mit welcher das Geſchäft der Zerſtörung durch die Inſecten ausgeführt wird, ſo überzeugt, daß er behauptete, daß der Leichnam eines Pferdes durch einen Löwen nicht mit der Schnelligkeit verzehrt werden könne, als von den Schmeißfliegen (Musca vomitoria) und ihrer unmittelbaren Nachkommenſchaft, den Maden; denn man weiß, daß eine einzige weibliche Fliege dieſer Art wenigſtens 20,000 junge Larven zu erzeugen im Stande iſt, deren jede im Verlaufe eines Tages ſo viel Futter verzehrt, und dabei ſo ſchnell wächſt, daß ſie um das hundertfache ihres Gewichtes zunimmt und in wenigen Tagen eine dritte Generation hervorzubringen im Stande iſt.

Betrachten wir im Allgemeinen den Gang, welchen die Natur in ihren Planen zur Erreichung des Zweckes der Erhaltung ihrer Geschöpfe genommen hat, so können wir nicht umhin, die Sorgfalt zu bewundern, mit welcher sie ein jedes Theilchen der Producte des organischen Lebens auf die zweckmäßigste Weise verwendet; sey es Material, welches die Thiere als Futter verzehren, oder sey es dasjenige, das dem Boden wiedergegeben wird, und in die Substanz einer Pflanze übergeht, wodurch es zuletzt stets wieder zu demselben Zwecke, d. h. thierisches Leben zu erhalten, verwendet wird.

Wir können aber die Betrachtung dieses Gegenstandes noch weiter treiben, indem wir die kleinern und unbemerktern Fragmente der zerstörten Organisationen in Absicht auf ihre letzte Bestimmung ins Auge fassen; Theilchen, welche uns als weggeworfen und für alle nützliche Zwecke verloren scheinen. Diese werden von dem Regen weggeschwemmt, und, vermischt mit Gewässern, welche von allen Seiten aus dem Erdboden entspringen, in Sümpfen, Teichen und Seen abgelagert. Hier finden wir, daß sie unter günstigen Umständen wieder belebt werden und unter den verschiedensten Formen von Infusionsthierchen, welche in zahllosen Myriaden ihre ephemere Existenz in den für sie weiten Regionen eines jeden Tropfens durchleben, wieder in die organisirte Welt zurückkehren. Auch diese sind noch fähig in einer entferntern und weitern Sphäre andere Zwecke zu erfüllen, denn nach und nach gelangen sie in Flüsse, deren Lauf sie folgen und der See zugeführt werden, dem großen Behälter für alle Theilchen, die von den Productionen des Landes abgestoßen werden. Hier schwimmen sie nicht ohne Nutzen durch die unermeßlichen Abgründe, sondern tragen dazu bei, die Existenz der unberechenbaren Horden von lebenden Wesen zu sichern, welche jeden Theil des weiten Oceans bevölkern, und welche, in regelmäßigen, gradweisen Stufen, von der microscopischen Monade und der kaum sichtbaren Qualle an*), durch die endlosen Geschlechter der Mollusken und Fische bis zu dem Ungeheuer der Tiefen, dem Leviathan, hinaufsteigen.

*). Die ungeheure Anzahl dieser microskopischen Quallen, welche jeg

Auch diejenigen Theile der organischen Materie, welche in Folge der Entmischung verwesender Organismen in Gasform entweichen, und sich weithin durch die Atmosphäre verbreiten, sind für den Gebrauch der lebenden Natur nicht ganz verloren, denn mit der Zeit gehen sie, wie wir gesehen haben, auch in das System der Pflanzen zurück, nehmen wieder eine feste Gestalt an und erscheinen von Neuem als organische Producte, die dazu bestimmt sind, noch einmal denselben, niemals endenden Cyclus von Umwandlungen und Wechseln durchzumachen.

Die Verbreitung der Thiere über die weiten Regionen des Erdballes ist eine Folge der, ihnen inwohnenden, Nothwendigkeit, für die Unterhaltung ihres Lebens sich, wo es auch sey, Nahrung zu suchen. Daher sind pflanzenfressende Thiere, weil die Vegetation eines jeden Clima's sich nach den Jahreszeiten richtet, gezwungen, im Winter von kälteren Gegenden in wärmere auszuwandern, wo sie das ihnen nothwendige Futter finden; und diese Wanderungen haben auf der anderu Seite wieder ähnliche Ortsveränderungen bei denjenigen Raubthieren zur Folge, welche vom Fleische jener leben. Auf diese Weise entstehen immerwährende, zur Bevölkerung der Erde und zur Verbreitung der Masse der Thiere über den bewohnbaren Theil derselben nothwendige Veränderungen. In allen diesen Veränderungen können wir aber die letzte Beziehung entdecken, welche dieselben zu den Verhältnissen der Pflanzenwelt haben, die als ein nothwendiges Zwischenglied zwischen dem Mineral- und Thierreich dasteht. Alle Gegenden, welche nicht dazu geschaffen sind, eine beträchtliche Vegetation hervorzubringen, sind daher durchaus unfähig, Thieren zum Aufenthaltsorte zu dienen. Dieser Art sind die unermeßlichen Eisfelder, welche die Pole umgeben; zu diesen gehören die ungeheuern Schneefelder und Gletscher, welche die Spitzen der höchsten Gebirge bedecken,

liche Region des Oceans bevölkern, läßt sich aus der Erscheinung des phosphorescirenden Lichtes, das man so häufig an der See wahrnimmt, wenn sie bewegt wird, begreifen; denn dieses hat, wie ich schon früher bemerkt habe, seinen Grund in der Anwesenheit einer unberechenbaren Menge dieser kleinen Thiere.

und diesen sind die weiten Sandwüsten beizuzählen, welche den größten Theil von Afrika und Asien zur unfruchtbaren Einöde machen. Oft haben wir von den erschöpften Lebensgeistern des Reisenden in der Wüste und von dem furchtbaren Schweigen gehört, das in diesen Regionen ewiger Oede herrscht, aber kaum ist sein Auge durch das Wiedererscheinen der Vegetation erfrischt, so findet er wieder die Fußtapfen von Thieren und die Lagerstätten derselben und bewillkommt die erheiternde Stimme lebender und fühlender Wesen.

Die Futtergattung, welche die Natur einer jeden Familie von Thieren anwies, hat nicht nur auf deren innere Organisation, sondern auch auf ihre sonstigen Kräfte und Fähigkeiten den bedeutendsten Einfluß, denn sowohl die Körperbildung als auch die übrigen Fähigkeiten der Thiere stehen in der genauesten Beziehung mit den Verhältnissen, welche ihr Unterhalt erfordert, als da sind: die Menge des Futters, das sie nöthig haben, die größere oder geringere Leichtigkeit, mit der sie sich dasselbe verschaffen können, die Gefahren, welche ihnen in Aufsuchung desselben entgegentreten und die Kämpfe, welche sie zu bestehen haben, ehe sie zum Besitze desselben gelangen. Bei jenen Thieren, deren Nahrung im Allgemeinen immer in ihrem Bereiche liegt, sind die activen Kräfte nur wenig entwickelt; so verhält es sich z. B. bei den grasfressenden Säugthieren, deren Futter überall in reichlicher Menge zu ihren Füßen ausgebreitet ist; es gehört daher zu den hauptsächlichsten Geschäften ihres Lebens, die blumigen Wiesen abzuweiden und auf derselben Stelle auszuruhen, welche ihnen die Mittel ihres Unterhaltes darbietet. Raubthiere hingegen, welche die Stimme ihres Hungers dazu antreibt, mit lebenden Wesen Krieg zu führen, sind zu einer thätigeren und kriegerischeren Laufbahn gebildet; ihre Muskeln sind thatkräftiger, ihre Knochen fester, ihre Glieder stärker und ihre Sinne feiner und schärfer. Welches Auge kann mit dem eines Adlers oder Luchses verglichen werden, und wo findet man einen feinern Geruch, als beim Wolf, oder beim Schakal? Alle Empfindungen der fleischfressenden Thiere sind im Vergleiche mit den pflanzenfressenden genauer, ihre Spürkraft

umfaßt eine größere und vielfachere Menge von Gegenständen, und was Stärke und Gewandtheit anlangt, übertreffen sie die zu den pflanzenfressenden Thieren gehörigen Familien im Allgemeinen bei weitem. Ein Tiger kann Sprünge von fünfzehn bis zwanzig Fuß machen, und einen Büffel, den er getödtet hat, auf seinem Rücken mit Leichtigkeit durch ein dichtes und verworrenes Gehölz schleppen; mit einem einzigen Schlag seiner Tatze zerbricht er einem Stier den Rückgrath und zerfleischt die Seite eines Elephanten.

Während die grasfressenden Thiere mit dem Geschäfte der Aufnahme des Futters beinahe ihre ganze Lebenszeit zubringen, können fleischfressende Thiere längere Zeit hindurch ohne beträchtliche Abnahme ihrer Kräfte des Futters entbehren. Ein Pferd oder ein Ochse wird durch zwei- oder dreitägiges Fasten außerordentlich entkräftet werden, während man die Erfahrung gemacht hat, daß ein Wolf oder ein Marder fünfzehn Tage ohne Nahrung leben kann, und daß eine einzige Mahlzeit auf eine ganze Woche für sie hinreicht. Bei einer jeden dieser beiden Abtheilungen von Thieren bringt der Hunger eine ganz verschiedene Wirkung hervor. Die pflanzenfressenden Thiere werden schlaff und träge, sobald ihnen das Futter mangelt; der Tiger hingegen entwickelt bei den Qualen des Hungers die Energie seiner Kräfte im vollsten Maße; seine Stärke und sein Muth sind nie größer, als wenn er dem Verhungern nahe ist, und er rennt alsdann, ohne sich um die Folgen zu bekümmern, und ohne sich weder durch die Anzahl noch die Stärke seiner Gegner abschrecken zu lassen, auf seine Beute los, um sie anzugreifen. Sobald er Blut gekostet hat, ist keine Erziehung fähig, seine natürliche Blutgier zu bezähmen; er ist weder durch Güte zu gewinnen, noch durch Furcht vor Strafe zu bessern. Ganz anders verhält es sich mit dem Elephanten, welcher von den vegetabilischen Erzeugnissen des Waldes lebt und an Größe und Stärke den Tiger übertrifft, dabei auch so mächtige Angriffswaffen besitzt, daß zu ihrer Anwendung im Falle der Noth weiter kein großer Muth gehört, und der dennoch mit der größten Leichtigkeit gezähmt werden kann, und unschwer dahin gebracht wird, sich unter die Ober-

herrschaft der Menschen zu begeben und selbst erhaltene Wohlthaten mit Anerkennung zu vergelten.

Bei der Betrachtung der ausgebreiteten Zerstörung thierischen Lebens, welche oft auf eine Weise geschieht, deren Grausamkeit alle unsere Gefühle in Aufruhr bringt, ergreift uns ein Schauer vor dieser blutigen Scene, und wir können uns nicht enthalten, zu fragen, wie alles dieses mit der so klar geoffenbarten Weisheit und Güte vereinbar ist, welche sich in allen andern Theilen der Schöpfung zeigt! Die scharfsinnigsten Theologen sind auch genöthigt gewesen, zu bekennen, daß hier eine Schwierigkeit vorhanden ist*) und daß die einzige plausible Lösung dieses Punctes die sey, daß man die Qualen und Leiden, welche dadurch erzeugt werden, als eine der nothwendigen Folgen ansieht, welche aus jenen allgemeinen Gesetzen für die Sicherheit des größten und am längsten dauernden Gutes, für das Bestehen des großen Ganzen, entspringen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß das System, nach welchem ein Thier dazu geschaffen ist, einem andern zum Lebensunterhalte zu dienen, es möglich macht, daß eine unendlich größere Menge von Geschöpfen auf der Erde leben kann, als außerdem denkbar wäre. Zugleich ist dieses System eine Quelle von Thätigkeit und Regsamkeit in jedem Theile der Natur. Weil die Verfolgung der Beute einem beträchtlichen Theile der Thierwelt zur Beschäftigung und zum Vergnügen gereicht, so wird für den andern Theil die Anwendung der ihnen zu Gebote stehenden Mittel der Vertheidigung, Flucht und Vorsicht zur Nothwendigkeit. Diese Mittel sind in vielen Fällen von Erfolg; denn wo die Natur einem Thiere die gehörige Auffassungsgabe zu Erkennung der Gefahr verlieh, hat sie ihm auch gewöhnlich einen verhältnißmäßigen Grad von Scharfsinn gegeben, um sich die Mittel zu seinem Schutze zu verschaffen. Einige wissen ihren Feind zu täuschen und Listen anzuwenden, denen Stärke und Schnelligkeit nicht gewachsen sind; manche Insecten stellen sich, wenn sie in

*) Der geneigte Leser lese zu seiner Erbauung hierüber Paley's Naturtheologie, Cap. XXVI, nach.

Gefahr ſind, todt, um den Tod zu vermeiden; andere, wie die Myriapoden (Tauſendfüße), rollen ſich ſo eng wie möglich zuſammen, um der Gefahr, entdeckt zu werden, zu entgehen. Die Landſchildkröten ziehen ſich, wie wir bereits geſehen haben, in ihre Schale, wie in eine Feſtung zurück; der Igel rollt ſich zuſammen und zeigt von allen Seiten nichts als Stacheln; das Diodon bläst zur Erreichung eines ähnlichen Zweckes ſeinen kugelrunden Körper auf und ſchwimmt, an allen Stellen ſeiner Oberfläche bewaffnet, auf der See umher; der Dintenfiſch ſchützt ſich dadurch vor Verfolgungen, daß er einen ſchwarzen, dintenähnlichen Saft von ſich gibt, welcher das umgebende Waſſer ſo ſchwarz und trübe macht, daß ſich das Thier leicht verbergen und entfliehen kann; der Zitterroche vertheidigt ſich, wenn er beunruhigt wird, durch wiederholte Entladungen ſeiner electriſchen Batterie; der Schmetterling entgeht durch ſeine unregelmäßigen Bewegungen in der Luft der Gefahr gefangen zu werden, und der Haſe macht die Hunde durch ſeine labyrinthiſchen Wiedergänge irre. So bietet die Thierwelt eine geſchäftige Scene von Thätigkeit und Anwendung von Vermögen dar, ſo werden die verſchiedenartigſten Kräfte hervorgerufen, deren Ausübung eine Quelle von unendlich vielen Vergnügungen iſt; und dadurch entſteht im Allgemeinen eine viel höher geſteigerte Entwicklung der Lebensthätigkeit und ein größerer Kreis von Genüſſen, als bei irgend einem andern erdenklichen Syſtem möglich wäre.

§. 2. Von den verſchiedenen Lebensverrichtungen.

In dem organiſchen Haushalt der Thiere ſowohl als der Pflanzen kann man die Lebens- oder Ernährungsfunctionen in ſieben Claſſen abtheilen, nämlich: Aſſimilation, Circulation, Reſpiration, Secretion, Excretion, Abſorbtion und Ernährung, deren einige noch in weitere Unterabtheilungen zerfallen. Dieß iſt ganz beſonders der Fall bei den Vorgängen der Aſſimilation, welche im Allgemeinen zahlreich ſind und einen ſehr complicirten Apparat erfordern, der die Beſtimmung hat, das Futter nach und nach in Blut zu verwandeln, eine Flüſſigkeit, welche, gleich

dem zurücklaufenden Safte der Pflanzen, als ein Nahrungsstoff in seinem vollendetsten und assimilirtesten Zustande angesehen werden kann. Es scheint nothwendig, nun auf eine nähere Prüfung der Gegenstände und Zwecke dieser verschiedenen Vorgänge einzugehen.

Bei den vollkommnern Thierbildungen, welche zu den höhern Ordnungen der Thiere gehören, mußten Einrichtungen getroffen werden, vermöge deren das Thier im Stande war, das ihm zukommende Futter zu ergreifen und zum Munde zu führen. Sodann war ein mechanischer Apparat erforderlich, mittelst dessen jene Verkleinerung bewirkt werden konnte, die so sehr nöthig ist, damit die chemischen Agentien, denen die Nahrungsmittel nachher unterworfen werden sollen, gehörig in Wirksamkeit treten können. Nachdem die Nahrung in der Mundhöhle gehörig zerkaut und durch flüssige Secretionen, welche von den in der Nähe liegenden Drüsen bereitet werden, gehörig erweicht worden ist, muß sie in eine Höhle im Innern des Körpers gelangen, welche man den Magen nennt, wo sie, wie in einem chemischen Laboratorium, auf eine eigenthümliche Art verändert wird, eine Veränderung, die das Resultat der Verdauung ist. Das verdaute Futter, das nun Chymus (Speisenbrei) geworden ist, muß alsdann nach vorheriger Beimischung der Galle und des Bauchspeichels, in gewisse andere Gefäße gebracht werden, welche den Darmkanal bilden, in welchen dieser Speisenbrei in Chylus (Nahrungssaft) verwandelt wird, der eine milchartige Flüssigkeit darstellt, welche ganz aus nährender Materie besteht. In diesem Darmcanal verbreiten sich feine Gefäße, welche, gleich den Wurzeln einer Pflanze, den künstlich zubereiteten Saft auffangen und ihn durch verschiedene Canäle in andere Höhlen führen, die ihn mittelst einer kräftigen Impulsion, durch eigens dazu eingerichtete Gefäße treiben, in welchen er als Blut cirkulirt und nicht nur den Respirationsorganen zugeführt wird, wo er durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft seine Vollendung erhält, sondern auch mit allen andern Theilen des Systemes, wo für die Erhaltung des Lebens die Herbeiführung neuer Materialien und neuen Lebensreizes erfordert wird, in Berührung kommt; die

Zwecke dieſer aufeinanderfolgenden Lebensfunctionen, die in der Hauptſache Thiere und Pflanzen mit einander gemein haben, wurden ſchon oben auseinandergeſetzt.

Dieſer zuſammengeſetztere Zuſtand des Aſſimilationsproceſſes kommt nur bei den höhern Thierclaſſen vor, denn, je mehr wir in die Reihe der Thiere herabſteigen, deſto mehr vereinfacht finden wir ihn, indem die Organe mehr concentrirt und Verrichtungen verſchiedener Organe einem einzigen übertragen ſind; ſo daß wir am Ende bei den niederſten Organismen nur wenig mehr als eine einzige Digeſtionshöhle antreffen, welche zugleich den Functionen eines Magens und eines Herzens vorſteht, ohne eine ſcheinbare Cirkulation der ernährenden Flüſſigkeiten, ohne Gefäße — ja ohne ein deutliches Blut. Lange nachdem alle andern Organe, wie ein Skelet (ſowohl ein äußeres als auch ein inneres), ein Muskel- und Nervenſyſtem, Drüſen, Gefäße und Sinnorgane nach einander verſchwunden ſind, oder wenigſtens nicht mehr erkannt werden können, finden wir noch immer, daß eine Höhle für die Verdauung vorhanden iſt, was uns beweißt, daß dieſe das wichtigſte und allein unentbehrliche Organ für das ganze Syſtem iſt.

Die Anweſenheit eines Magens iſt daher das bezeichnendſte Merkmal des thieriſchen Organismus und unterſcheidet dieſen am beſtimmteſten von den Vegetabilien; ſie gibt uns das ſicherſte Criterium, um die Zoophyten, die ſonſt den Pflanzen ſo verwandt ſind, von dieſen zu unterſcheiden. Alle Inſecten, und wären ſie noch ſo klein, haben Theil daran, ſo wie die kleinſten der nur unter dem Microscope erkennbaren Thierchen*).

Die Art, auf welche die Nahrung in den Körper aufgenommen wird, iſt im Allgemeinen in den beiden organiſirten Reichen der Natur außerordentlich verſchieden. Die Pflanzen erhalten

*) Bei einigen Thiergattungen, welche zu der Familie der Meduſen gehören, wie Eudora, Berenice, Orythia, Favonia, Lymnoria und Geryonia hat man keine Centralhöhle entdeckt, welche einem Magen entſpräche; ſie ſcheinen daher eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zu machen. Siehe *Péron*, Annales de Muséum, XIV, 227 und 336.

ihre Nahrung mittelſt eines langſamen aber beinahe anhaltenden Zuſchuſſes und beſitzen keine Höhle, um ſie in ihrem Innern aufzuſammeln; denn der Saft geht, wie wir geſehen haben, gleich in das Zellgewebe der Pflanze über, wo dann der Vorgang ſeiner weitern gradweiſen Verarbeitung ſeinen Anfang nimmt. Die Thiere hingegen können auf einmal größere Quantitäten von Futter aufnehmen, weil ſie im Innern ihres Körpers eine Höhle haben, welche dazu beſtimmt iſt, unmittelbar eine beträchtliche Quantität davon zu faſſen. Von einer Pflanze kann man ſagen, daß ſie der Stelle des Bodens, aus welchem ſie ihre Nahrung ſaugt, angehöre, und der ſie umgebende Boden, in welchem ihre abſorbirenden Wurzeln ſich nach jeder Seite hin ausbreiten, kann, genau genommen, als zu ihrem Syſtem gehörig angeſehen werden. Das Thier hingegen hat alle ſeine Aſſimilationsorgane innerhalb ſeines Körpers, und da es Höhlen beſitzt, in welche es einen Vorrath von Nahrungsmitteln niederlegen kann, ſo läßt ſich ſagen, es ernähre ſich von Innen heraus; denn von dieſen innern Gefäßen gehen die abſorbirenden oder Milchgefäße aus, welche, in Abſicht auf ihre Function, den Wurzeln der Pflanzen entſprechen und Nahrungsſtoff einſaugen. Von dieſen verſchiedenen Anlagen der Körperbildung ſind wichtige Folgen für das Verhalten des ganzen organiſirten Weſens abhängig, denn da die Thiere eine Zeit lang leben können, ohne neuen Zuſchuß von Nahrungsmitteln zu bedürfen, ſo haben ſie nicht nöthig, auf einer Stelle zu bleiben und genießen vor den Pflanzen den Vorzug, ſich von einem Orte zur andern bewegen zu können. Und dieſe Fähigkeit der Ortsveränderung war in der That für Weſen nothwendig, welche ſich die Mittel ihres Lebensunterhaltes ſuchen müſſen. Dieſe Nothwendigkeit wieder ruft in ihnen eine immerwährende Uebung ihrer Sinne, ihrer Intelligenz und ihrer Thatkraft hervor und führt ſie mit einem Wort dem Beſitze und der Ausbildung jener höheren Fähigkeiten entgegen, welche ſie ſo hoch über die Stufe, auf der die Pflanzen ſtehen, erheben.

IV. Capitel.

Von der Ernährung bei den niederen Thierclassen.

Die Thiere, welche zu der Familie der Polypen gehören, bieten uns die möglichſt einfachen Formen der Ernährungsorgane dar. Die Hydra zum Beiſpiel, welche als Muſter dieſer Bildung genommen werden kann, beſteht blos aus einem Magen, welcher mit den einfachſten Werkzeugen zur Ergreifung des Futters verſehen iſt, und hat ſonſt durchaus keine andern Verdauungswerkzeuge. Ein einfacher Sack oder Schlauch, welcher die Fähigkeit hat, Futter aufzunehmen und zu verdauen, iſt das einzige ſichtbare Organ ihres Körpers. Von einem Gehirn, von Nerven, von Sinnorganen, von einem Organ, das Lungen, einem Herzen, oder Gefäßen irgend einer Größe entſpräche, iſt keine Spur vorhanden. Alle dieſe Organe, welche ſo wichtig für die Lebensunterhaltung bei andern Thieren ſind, fehlen hier gänzlich. In der, Fig. 163 gegebenen, vergrößerten Darſtellung eines Längendurchſchnittes der Hydra, ſieht man die Höhle, in welcher das Futter aufgenommen und verdaut wird, geöffnet, ſo daß man zugleich die verhältnißmäßige Dicke der Wände derſelben betrachten kann. Dieſe Wände müſſen nicht nur dazu eingerichtet ſeyn, die Flüſſigkeiten, durch welche die Nahrungsſtoffe verdaut werden, zu produciren und auszuſcheiden, ſondern auch wahrſcheinlich mittelſt unſichtbarer Poren, die aus dem Fütter ausgezogenen, nährenden Stoffe aufzunehmen und ſie der gallertartigen Materie einzuverleiben, aus welcher der ganze Körper des Thieres beſteht. Die Dünnheit und Durchſichtigkeit der Wände dieſer Höhle, erlaubt uns auch mit der Hülfe des Microscopes, dieſem Hergange aufs Genaueſte zu folgen. Trembley beobachtete dieß mit unermüdlicher Ausdauer mehrere Tage hindurch und gab uns von ſeinen Beobachtungen folgende Nachricht: Obgleich die Hydra die Thiere nicht mit ihren Füßen verfolgt, ſo verzehrt ſie doch mit Begierde alle Arten

von lebender Beute, welche in den Bereich ihrer Fühlfäden kommt und welche sie erhaschen und ihrem Munde zuführen kann. Insectenlarven, Wasserschlängchen und andere im Wasser lebende Würmer, kleine Crustaceen und sogar kleine Fischchen, werden ohne Unterschied angehalten, sobald sie einen Theil der langen Fühlfäden, welche die Hydra in verschiedenen Richtungen gleich einem Netze, um Futter zu suchen, ausstreckt, auch nur berühren. Das Zappeln des Schlachtopfers, das sich von der Umschlingung dieser Fühlfäden umgarnt sieht, ist meistens fruchtlos, und die Hydra kann, gleich der Boa Constrictor, durch die außerordentliche Ausdehnung ihrer Maulöffnung, Thiere, die weit größer sind, als sie selbst, leicht in die Höhle ihres Körpers hereinziehen. Würmer, welche länger sind, als sie selbst, werden verschlungen, nachdem sie solche vorher mit Hülfe ihrer Fühlfäden doppelt zusammengefaltet hat; und wenn sie kleine Fischchen oder wurmförmige Larven, wie die der Schnaken, verzehrt hat, so ist durch die durchscheinenden Ränder ihres Körpers die Form jener Thiere zu erkennen. Zuweilen kommt es vor, daß zwei dieser Thiere denselben Gegenstand an verschiedenen Enden ergriffen haben, worauf ein Kampf zwischen ihnen entsteht, der häufig damit endet, daß der stärkere nicht nur die Beute hinabschlingt, sondern auch den Gegner, der sie nicht fahren lassen will, mit in sich aufnimmt. Dieser aber befreit sich gewöhnlich leicht aus dieser lästigen Lage und scheint nicht die geringste Beschädigung dadurch erfahren zu haben. Die Gefräßigkeit der Hydra ist, namentlich nach längerem Fasten, sehr beträchtlich; und dann kann sie eine große Anzahl von Insecten eines nach dem andern, auf ein Mal verzehren, wobei sie sich so sehr als möglich anfüllt, und ihr Körper ganz außerordentlich aufgetrieben wird; und doch kann auch dasselbe Thier länger als vier Monate ohne sichtbaren Zuschuß von Nahrung leben.

Wenn man die Veränderungen, welche die Nahrungsmittel in dem Magen dieser Thiere, durch dessen Thätigkeit, erfahren, genau beobachtet, so scheint es, als ob nach und nach die weichern Theile aufgesogen und in eine gallertartige Masse verwandelt würden, so daß nur wenige Fragmente der härtern und

weniger leicht verdaulichen Theile zurückbleiben. Während in den Nahrungsstoffen diese Veränderungen vor sich gehen, findet man, daß sie in dem Magen abwechslungsweise durch den ganzen Canal hindurch vor- und rückwärts getrieben werden, eine Bewegung, welche offenbar durch Zusammenziehung und Verengerung der einzelnen Theile desselben bewirkt wird. Wenn die unverdauten Materialien zu einem Klumpen gesammelt, und durch die Mundöffnung ausgeworfen worden sind, so erscheinen in der zurückbleibenden Flüssigkeit kleine dunkle Kügelchen von verschiedener Größe, deren man einige durch die Seitenwände des Magens hindurchgehen und in die körnige Structur sich einverleiben sehen kann, welche das Fleisch dieser Thiere bildet. Einige Theilchen dieser trüben Flüssigkeit werden auch den Fühlfäden mitgetheilt, in deren röhrenförmige Höhlen sie durch Canäle gleiten, welche mit dem Magen in Verbindung stehen und wenn man die Bewegungen dieser Kügelchen genau beobachtet, so kann man bemerken, daß sie wie Ebbe und Fluth in jenen Canälen vor- und rückwärts geschoben werden.

Alle diese Erscheinungen lassen sich mit größerer Genauigkeit beobachten, wenn der Nahrung des Thieres eine Materie beigemischt ist, welche der nährenden Flüssigkeit eine Färbung mittheilt; sie behält dieselbe selbst bei ihrer Verwandlung in die, durch die Substanz des Körpers dringenden, Körnchen. Trembley ist der Meinung, daß diese Körnchen Bläschen sind und daß sie die Farbe, die man an ihnen beobachtet, daher bekommen, weil sie mit den, in der Nahrung enthaltenen, färbenden Theilchen angefüllt werden. Die, der Magenhöhle zunächst liegenden, Körnchen werden zuerst gefärbt, und saugen daher die nährenden Säfte zuerst ein, die andern werden erst nach und nach colorirt, und zwar in der Ordnung, daß diejenigen am spätesten eine Farbe bekommen, welche am entferntesten von der Oberfläche des Magens sind.

Trembley hat beobachtet, daß eine lebende Hydra, welche in den Magen einer andern aufgenommen wurde, nicht im Geringsten von den flüssigen Secretionen dieses Organes angegrif-

sen ward, sondern unbeschädigt wieder herauskam. Es geschieht häufig, daß eine Hydra in ihrer Begierde, ihre Beute in ihren Magen zu bringen, ihre eigenen Fühlfäden, mit welchen sie den Nahrungsstoff umstrickt hatte, hinabschlingt; diese Fühlfäden kommen aber immer, ohne den geringsten Schaden gelitten zu haben, wieder heraus, ob sie gleich zuweilen vierundzwanzig Stunden lang im Magen bleiben. Die Untersuchungen desselben Naturforschers haben uns die außerordentliche Thatsache kennen gelehrt, daß nicht nur die innere Oberfläche des Magens dieser Polypen die Fähigkeit besitzt, Futter zu verdauen, sondern daß dieselbe Fähigkeit auch der äußern Oberfläche, oder dem Theile zukommt, den man die Haut des Thieres nennen kann. Er fand, daß man durch eine geschickte Manipulation die Hydra vollkommen wie einen Handschuh umkehren kann und daß das Thier nach dieser sonderbaren Operation alle seine gewöhnlichen Lebensfunctionen wieder fortsetzt, wie wenn nichts geschehen wäre. Nach Verfluß eines oder zweier Tage gewöhnt es sich an diese Umwandlung, setzt seine ihm eigenen Gewohnheiten fort, und fängt mit Leichtigkeit mit den Fühlfäden kleine Thiere, um sie in seinen neugebildeten Magen einzubringen, welcher als innere Oberfläche nun denjenigen Theil hat, welcher früher die äußere Haut des Thieres war und mit der größten Bequemlichkeit verdaut. Als die Entdeckung dieser eigenthümlichen Erscheinung zuerst bekannt wurde, erregte sie großes Erstaunen und manche Naturforscher setzten die Richtigkeit der Beobachtungen in Zweifel. Aber die Untersuchungen von Bonnet und Spallanzani, welche die Untersuchungen Trembley's wiederholten, haben hinreichendes Zeugniß von der Genauigkeit derselben gegeben, und jeder nachfolgende Beobachter hat dazu beigetragen, sie zu bestätigen. Trembley's Untersuchungen haben ebenfalls gezeigt, daß jeder Theil der Hydra eine wundervolle Kraft besitzt, alle Arten von Beleidigungen zu ertragen, und Theile, welche entfernt wurden, neu zu bilden. Man findet, daß diese Thiere ohne Schaden Verstümmelung ertragen. Schneidet man die Fühlfäden ab, so wachsen sie in sehr kurzer Zeit wieder nach, eben so wird der ganze vordere Theil des Thieres wieder erzeugt, wenn er

abgetrennt wird, und aus dem Kopfe, den man entfernt hat, sproßt sogleich ein neuer Schwanz hervor. Wenn man durch einen Längendurchschnitt den Kopf der Hydra spaltet, so daß die Spaltung bis auf die Hälfte des Körpers herabgeht, so vereinigt sich jedes der getrennten Stücke an seinen Rändern, so daß zwei Köpfe gebildet werden, deren jeder seine eigene Mundöffnung und eine besondere Reihe von Fühlfäden hat. Spaltet man den Kopf in sechs oder sieben Theile, so entsteht eine Mißgestalt mit sechs oder sieben Köpfen, und werden diese wieder gespalten, so zeigt sich bald wieder die doppelte Anzahl. Wird irgend ein Theil dieses Polypen abgeschnitten, so wächst sogleich ein neuer nach, um ihn zu ersetzen, die abgeschnittenen Köpfe aber erhalten zugleich neue Körper und wachsen in kurzer Zeit zu ganzen Polypen heran. Fig. 164. stellt eine siebenköpfige Hydra dar, die das Resultat einiger Operationen dieser Art ist. Auf eben diese Weise kann man eine Hydra ganz zerspalten, worauf dann jeder Theil von dem andern unabhängig wird und zu derselben Größe heranwächst wie das ursprüngliche Thier. Trembley fand, daß verschiedene Theile eines Polypen in einander eingepfropft werden können, indem man ihre Oberflächen abschneidet und sie gegen einander drückt, wo sie sich alsdann schnell vereinigen und Ein Fleisch werden. Wenn der Körper einer Hydra in die Mundöffnung einer andern eingeschoben wird, so daß ihre Köpfe hinlängliche Zeit mit einander in inniger Berührung sind, so verschmelzen sie in einander und bilden Ein Individuum. So kann man eine ziemliche Anzahl von Köpfen und Schwänzen künstlich mit einander verbinden und lebende Unthiere entstehen machen, die vielgestaltiger sind, als es sich die wildeste Fantasie träumen läßt.

Noch bei weitem zusammengesetzter indessen sind sowohl in Absicht auf Gestalt, als Lebensverhältnisse, jene vielköpfigen Ungeheuer, welche die fruchtbare Natur in zahlloser Menge über die felsigen Klippen des Oceanes in jedem Theile des Erdballes ausgesät hat. Diese aggregirten Polypen wachsen, den Pflanzen ähnlich, auf einem gemeinschaftlichen Stamme mit weit ausgebreiteten blühenden Zweigen. Myriaden von Mundöffnungen gähnen auf der Oberfläche dieser belebten Massen. Jeder Mund

ist mit einer oder mehreren cirkelförmigen Reihen von Fühlfäden umgeben, welche sich rings umher ausbreiten, um Beute zu ergreifen; da jedoch diese Polypen vermöge ihres unveränderlichen Standpunctes verhindert sind, zur Aufsuchung ihres Futters sich von einem Orte zum andern zu bewegen, so sind ihre Fühlfäden durchaus mit einer Menge Cilien versehen, welche durch ihre unaufhörlichen Schwingungen im Wasser Strömungen erzeugen, die gegen ihre Mundöffnungen gerichtet sind und kleine Thiere mit sich führen, von denen der Polyp lebt. Jede Mundöffnung führt in einen abgesonderten Magen, aus welchem der Nahrungssaft nach der Verdauung in gewisse Canäle fließt, deren gewöhnlich fünf vorhanden sind und welche nach verschiedenen Richtungen hin von der Höhle eines jeden Magens aus sich verbreiten, sich vielfach zerästeln und sich über alle umgebenden Fleischtheile ausdehnen. Diese Zweige stehen mit ähnlichen Canälen in Verbindung, welche von den benachbarten Mägen ausgehen; so daß die Nahrung, welche von einer dieser Mundöffnungen aufgenommen wird, zur allgemeinen Ernährung der ganzen aggregirten Polypenmasse beiträgt. Cuvier entdeckte diese Einrichtung bei der Veretilla, die zu dieser Ordnung der Polypen gehört; eben so fand er sie bei Pennatula (der Seefeder) und wahrscheinlich verhält es sich bei allen andern eben so. Die, gewöhnliche von den meisten Naturforschern angenommene, Ansicht ist die, daß ein jeder Polyp ein eigenes Individuum sey, welches mit den übrigen in einer Art von Republik zusammenlebe, wo die Bemühungen eines jeden zum gemeinsamen Unterhalte des Ganzen beitragen. Es stimmt aber vielleicht mit unsern Ideen von der Natur der Lebensthätigkeit besser überein, wenn wir die Vertheilung der nährenden Flüssigkeit in einem organischen Systeme als das Criterium der Individualität desselben annehmen; eine Ansicht, die uns dahin leitet, den ganzen Polypus, oder die von den einzelnen Polypen gebildete Masse, als ein für sich bestehendes Thier zu betrachten. Denn es liegt in der Annahme, daß ein Individuum mehrere Mundöffnungen besitze, nicht mehr Inconsequenz als in der, daß es mehrere für sich bestehende Mägen habe, was wir in der That bei mehreren niedern Thieren antreffen.

Einige Entozoen oder paraſitiſche Würmer zeigen im Allgemeinen eine Verbreitung oder Circulation des Nahrungsſtoffes durch zahlreiche Communicationscanäle, welchen derſelbe durch beſtimmte abſorbirende Gefäße zugeführt wird, die aus einer großen Anzahl von nach Außen mündenden Mundöffnungen ausgehen. Dieß iſt der Fall beim Bandwurm (Tænia), welcher aus einer Reihe von flachen Gelenken beſteht, wovon zwei an einander ſtoßende Segmente Fig. 165. abgebildet ſind, wo man um den Rand eines jeden Gliedes herum einen Cirkel von Gefäßen (V) ſieht, welcher mit denen des Nachbargliedes communicirt; jeder Cirkel iſt mit einer Röhre (O) verſehen, welche nach außen mündet, und dazu dient, Nahrung aus den umgebenden Flüſſigkeiten einzuſaugen *). Obgleich auf dieſe Weiſe ein jedes Segment mit einem für ſich vollkommenen Ernährungsapparate verſehen und in ſo fern von den übrigen unabhängig iſt, ſo iſt doch auf der andern Seite die Individualität des ganzen Thieres dadurch hinreichend beſtimmt, daß es einen beſtimmten Kopf hat, der an dem einen Ende des Thieres ſich befindet und mit Angriffswerkzeugen zur Verletzung der Oberfläche der Organe, innerhalb welcher es wohnt, verſehen iſt.

Die Hydatide iſt ein weiterer paraſitiſcher Wurm von der möglichſt einfachſten Körperbildung. Sie hat einen Kopf (O) (welcher bei H vergrößert dargeſtellt iſt), der mit vier Saugwarzen und einem röhrenförmigen Halſe verſehen iſt, welcher in einen kugelrunden Sack endigt. Wenn dieſer Sack, der des Thieres Magen iſt, vollkommen mit Flüſſigkeiten ausgefüllt wird, ſo werden ſeine Wandungen ſo ausgeſpannt, daß ſie in eine ſehr dünne durchſcheinende Membran verwandelt werden, die eine vollkommen kugelige Geſtalt hat. Nachdem dieſe Kugel ſo ſehr als möglich angeſchwollen iſt, ſo verſchwindet der Nacken, indem auch der

*) Was hier Roget Mundöffnungen nennt, iſt bei andern Autoren die Oeffnung des Eierſtockes, und was er Canäle nennt und abbildet, ſind die Eierſtöcke ſelbſt; für ſeine Anſicht findet ſich unſers Wiſſens kein Gewährsmann und es iſt nur zu bedauern, daß Roget keinen anführt. Möglich iſt es immer, daß es ſich ſo verhält, denn die Mundöffnung iſt bei dieſen niedern Thieren nicht ſelten Eierſtocköffnung; unwahrſcheinlich iſt es aber, weil ein beſonderer eigens mit Waffen ausgerüſteter Kopf vorhanden iſt. Anm. d. Ueberſ.

zum Nacken gehörige Theil angefüllt wird und der Kopf erscheint alsdann nur noch unter der Form eines kleinen Punctes auf der kugelförmigen Blase. Man kann sich unmöglich ein einfacheres organisches Wesen denken, denn dieses kann in der That als ein isolirt lebender Magen betrachtet werden. Der Cœnurus (Blasenwurm), welcher im Gehirne der Schafe gefunden wird, hat eine etwas complicirtere Bildung; anstatt daß nämlich hier ein Kopf vorhanden wäre, ist eine große Anzahl von Köpfen über die Oberfläche der Blase ausgebreitet, welche in dieselbe Höhle einmünden; wenn der Sack ausgedehnt ist, so erscheinen diese nur als Sprossen auf der Oberfläche desselben.

Die Organisation des Schwammes ist bereits vollständig beschrieben worden, wobei von dem Verlauf der kleinen Canäle die Rede war, in welchen eine Art von Cirkulation des Seewassers stattfindet, das zur Nahrung des Thieres dient. Die Art und Weise, auf welche der Nahrungsstoff aus der umgebenden Flüssigkeit ausgezogen wird und zu dem Wachsthume dieser pflanzenähnlichen Thiere beiträgt, ist durchaus unbekannt.

Der Ernährungsapparat, welchen die zu der Familie der Meduſen gehörigen Thiere besitzen, ist ganz besonderer Art. Ich habe bereits die eigenthümliche Körperform dieser sonderbaren Thiere beschrieben, welche sich einem Pilze vergleichen läßt, indem ihre Körper eine sphärische Gestalt besitzen und in der Mitte einen Stiel haben. Bei der Mehrzahl der vorhandenen Gattungen befindet sich an dem Ende dieses Stieles eine einfache Oeffnung, welche zu einer Röhre führt, die mit einer, im Innern des Körpers befindlichen, Centralhöhle in Verbindung steht, und daher als das Maul des Thieres angesehen werden kann. Bei denjenigen Gattungen aber, bei welchen der Stiel fehlt, wie bei Equorea, ist die Mundöffnung an dem Mittelpunct der untern Fläche des Thieres befindlich. Diese Oeffnung hat immer die gehörige Weite, um Nahrungsstoffen von beträchtlicher Größe Eingang zu verschaffen, was durch den Umstand bewiesen wird, daß man zuweilen in den Mägen dieser Thiere, welche nur eine einzige Mundöffnung haben, Fische von einigen Zollen Länge antrifft. Die

Centralhöhle, welche der Magen des Thieres ist, scheint von keiner eigenen Haut, sondern nur von der einfachen Hülle, aus der das weiche Fleisch des Körpers besteht, gebildet zu werden. Ihre Form ist bei verschiedenen Gattungen verschieden; mehr oder weniger aber ist sie sternförmig und besteht aus vier gekrümmten Strahlen, welche ihr das Ansehen von vier Mägen verleihen, die in einem gemeinsamen Mittelpuncte sich vereinigen. Dieser Art ist wenigstens die Bildung der Medusa aurita, bei welcher Garde fand, daß der Magen nur aus vier sphärischen Säcken besteht, die durch Scheidewände von einander getrennt sind. Die so gebogenen Höhlen oder Säcke laufen gegen den Umfang spitzig zu und setzen sich in einen Canal fort, aus welchem eine große Anzahl anderer Kanäle entspringt, welche zuerst nur aus Bifurkationen (Spaltungen in zwei Zweige) der größern Stämme entstehen, sich nachher aber unregelmäßig verzweigen, so daß sie ein zusammengesetztes netzförmiges Geflechte von Gefäßen bilden. Diese Zeräſtelungen vereinigen sich am Ende, um ein ringförmiges Gefäß zu bilden, welches den Rand der Scheibe umgibt. Es scheint, ebenfalls nach Garde's Beobachtungen, daß zwischen diesen letztern Gefäßen und jenen andern, welche durch die zarten Filamente oder Fühlfäden, die gleich Fransen von dem runden Rande der Scheibe herunterhängen und welche bei den lebenden Thieren in Bewegung sind, eine weitere Communication statt finde. Man glaubt, daß die Verlängerungen und Verkürzungen dieser Filamente durch das Eintreiben und wieder Zurücktreten der in den Gefäßen enthaltenen Flüssigkeiten verursacht werden*). Wir sehen also hier nicht nur einen zusammengesetzten Magen, sondern auch schon den Anfang eines Gefäßsystemes, welches von dieser Höhle ausgeht, und darauf berechnet ist, die Nahrungssäfte allen Theilen der Organisation mitzutheilen.

Es gibt noch eine andere Gattung von Medusen, welche das Geschlecht Rhizostoma nach Cuvier ausmachen, und welche, anstatt nur eine einzige Mundöffnung zu haben, mit einer großen

*) Journal de Physique, LXXXIX, 146.

Menge von Röhren verſehen ſind, die zu dieſem Zwecke dienen und eine große Analogie mit den Wurzeln einer Pflanze haben *).

Der Stiel endigt bei dieſen Thieren nach unten in eine große Anzahl gefranzter Fortſätze, welche bei näherer Unterſuchung eine Menge ſich verzweigender Röhrchen enthalten, deren Oeffnungen an dem Ende eines jeden Fortſatzes münden. Bei dieſer ſonderbaren Thiergattung gibt es eigentlich weder ein Maul noch eine Centralöffnung, denn der einzige Weg, welcher zu dem Magen führt, ſind dieſe verlängerten Canäle, welche von jeder Region her, zu der ſie gelangen, Futter ſammeln, ſich nach und nach zu größern und immer größern Canälen vereinigen, je mehr ſie gegen den Körper vorwärts ſchreiten, und dort eine Centralröhre oder einen Schlund bilden, der zuletzt in die allgemeine Höhle, den Magen, mündet. Die Medusa pulmo gehört zu dieſer erſt neuerdings unterſuchten Gattung, und heißt nun Rhizostoma Cuvieri.

Den Verlauf dieſer abſorbirenden Gefäße kann man ſehr deutlich ſehen, nachdem man ſie mit einer ſchwarz färbenden Flüſſigkeit eingeſpritzt hat. Die Art, wie ſie ſich bei dem Rhizostoma Cuvieri nach einer ſolchen Einſpritzung zeigen, wird in den Abbildungen dargeſtellt, wo man in Fig. 167. die untere Fläche dieſes Thieres ſieht, nachdem der Stiel durch einen horizontalen Schnitt gleich an ſeinem Urſprung von dem halbkugelförmigen Körper (oder Cupola, Kuppel, wie man dieſen Theil genannt hat) entfernt worden war; hier hat er eine viereckige, pyramidaliſche Geſtalt und zeigt daher beim Durchſchnitt eine viereckige Fläche (Q Q). Fig. 169. iſt ein verticaler Durchſchnitt deſſelben Thieres. Beide Abbildungen ſind auf das anderthalbfache ihrer natürlichen Größe reducirt. Die punctirte Linie H H in der letztern Figur zeigt die Ebene, durch welche der Durchſchnitt des Stieles gemacht wurde, um die in Fig. 167. dargeſtellte Baſis der Halbkugel zu zeigen. Auf der andern Seite zeigt die punctirte Linie V V in Fig. 167. die Stelle an, auf

*) Dieſe Bildung iſt die Urſache der Benennung dieſes Thiergeſchlechtes, ein Name, der aus zwei griechiſchen Wörtern beſteht und im Deutſchen wurzelähnliche Mundöffnungen bezeichnet.

ordentlichen Kleinheit dieſer Thiere, durchaus keine Mittel beſitzt, ſie zu zergliedern, ſo war man blos auf die Beobachtung ihrer Erſcheinung unter dem Microſkope beſchränkt; und hieraus konnte man einigermaßen Folgerungen in Beziehung auf die Exiſtenz und Geſtalt ihrer innern Organe machen. In dem Rotifer oder Räderthierchen Spalanzani's kann man ein großes Centralorgan vollkommen gut erkennen, das einige Beobachter für ein Herz genommen haben, wovon aber Bonnet auf das Klarſte gezeigt hat, daß es ein Behältniß für die Nahrungsſtoffe iſt. Müller und andere Beobachter haben gezeigt, daß die größern Thiere die kleinern auffreſſen, und es war dann leicht, darauf weiter zu ſchließen, daß alle die andern Thiere ebenfalls einen Magen haben müſſen. Da man aber bei den kleinſten Infuſorien-gattungen, wie bei den Monaden, kein Organ dieſer Art ſehen konnte, ſo war doch der Schluß, daß dieſe Thiergattungen nach einem verſchiedenen und einfachern Typus gebildet ſeyen, zu voreilig. Lamark behauptet, ſie beſtehen durchaus aus einer homogenen Subſtanz, an welcher weder ein Maul noch ein Magen zu ſehen ſey, daher ſie blos durch Auffaugung von kleinen Nahrungstheilchen mittelſt der äußern Oberfläche ihrer Körper ernährt werden.

Die Organiſation und Lebensfunctionen dieſer ſonderbaren Weſen blieb lange Zeit von einem Dunkel umhüllt, das undurchdringbar erſchien, bis endlich durch die Unterſuchungen von Profeſſor Ehrenberg, welche uns erſt in der jüngſten Zeit ganz neue eben ſo wundervolle als intereſſante Scenen einer microſkopiſchen Welt erſchloſſen, die mit ganzen Heeren von belebten Weſen bevölkert iſt, welche eben ſowohl in Abſicht auf Zahl als Kleinheit unbeſchränkt ſind, ein neues Licht auf dieſen Gegenſtand geworfen wurde*). Indem dieſer Naturforſcher es verſuchte, die Ver-

*) Die Reſultate der Arbeiten Ehrenbergs wurden zuerſt der Berliner Academie mitgetheilt, und nachher in zwei Werken publicirt, deren erſtes 1830 in Berlin unter dem Titel erſchien: „Organiſation, Syſtematik und geographiſches Verhältniß der Infuſionsthierchen.“ Das zweite Werk erſchien im Jahr 1832 und heißt: „Zur Erkenntniß der Organiſation in der Richtung des kleinſten Raumes.“

dauungsorgane der Infusorien in ein besseres Licht zu setzen, kam er auf das glückliche Mittel, denselben gefärbte Nahrungsstoffe darzubieten, damit diese den Höhlen, durch welche sie gelangen, ihren Farbestoff mittheilen und dadurch deren Lage und Verlauf offenbaren möchten. Obgleich diese Methode sehr bequem erscheinen mag, so war doch Ehrenberg erst nach einer zehnjährigen Arbeit so glücklich, die, zu diesen Experimenten geeignetsten, Substanzen aufzufinden und sie auf eine Weise anzuwenden, auf welche sie die Phänomene zur Genüge zeigten. Wir haben bereits gesehen, daß Trembley denselben Plan angewandt hat, um die Organisationsverhältnisse der Hydra zu erklären. Gleichen machte ebenfalls Versuche dieser Art in Beziehung auf die Infusionsthierchen, da er aber metallische oder erdartige färbende Materialien anwandte, welche auf diese Thiere eine giftige Einwirkung haben, anstatt solcher, welche als Nahrung dienen können, so war er bei seinen Untersuchungen unglücklich. Eben so erfolglos waren die Versuche, welche Ehrenberg mit dem im Handel vorkommenden Indigo und Gummilack machte, Substanzen, welche immer mit einer gewissen Menge Bleyweiß verunreinigt sind, das auf alle Thiere giftig einwirkt; als er aber am Ende einen chemisch reinen Indigo in Anwendung brachte, so war er vollkommen glücklich in seinen Versuchen*). In dem Augenblick, wo ein kleiner Theil einer sehr verdünnten Auflösung dieser Substanz in

---

Beide Werke sind in Folio mit Kupferplatten. Eine gute Angabe des Inhalts des ersten Werkes von Dr. Gairdner ist in dem Edinburgh New Philosophical Journal for 1831, p. 201, gegeben und ich habe mich in der folgenden Darstellung an diese Anzeige vornehmlich gehalten.

*) Die am meisten zu diesen Versuchen tauglichen färbenden Materien sind solche, welche sich nicht chemisch mit Wasser verbinden, aber darin doch in einem Zustande der möglichsten Zertheilung sich suspendiren lassen. Indigo, Saftgrün und Carmin entsprechen diesen Bedingungen am besten und sind, da sie unter dem Microskop sehr leicht zu erkennen sind, am besten zu derlei Beobachtungen anzuwenden. Man muß aber die größte Sorge tragen, daß diese Substanzen frei von aller Beimischung von Blei oder jeder sonstigen metallischen Verunreinigung seyen.

einen Tropfen Waſſer gebracht wird, in welchem ſich einige Exemplare der Vorticella pedunculata befinden, die das Sehfeld des Microſkopes einnehmen, bieten dieſe dem Auge das ſchönſte Phänomen dar. Nach allen Richtungen hin werden durch die Schwingungen der Cilien, welche um die Mundöffnungen dieſer Thierchen ſich befinden, Strömungen erzeugt, wodurch dieſe Theile bei der Bewegung der kleinen Indigotheilchen, welche längs derſelben auf- und abgetrieben werden, leicht zu erkennen ſind. Die Strömungen convergiren alle gegen die Mundöffnungen des Thieres zu. Der Körper der Vorticella, der bisher durchaus durchſichtig war, bekommt nun ein getüpfeltes Anſehen, indem eine Menge ganz cirkelrunder Stellen entſtehen, die ſich durch eine tief blaue Farbe auszeichnen, und offenbar durch Indigotheilchen erzeugt werden, die ſich auf dieſe Art anhäufen. Bei einigen Gattungen, und beſonders bei denjenigen, welche einen zuſammengezogenen Hals zwiſchen dem Kopf und dem Körper haben, wie es bei Rotifer vulgaris der Fall iſt, kann man beobachten, wie die Farbetheilchen in einer geſchloſſenen Linie von der Mundöffnung durch den Nacken hindurch in die Höhlungen des Körpers gelangen.

Durch dieſe Art der Anwendung färbender Materien gelang es Ehrenberg die Anweſenheit eines Syſtemes von Verdauungsapparaten nachzuweiſen, welche in allen bekannten Gattungen dieſer Thierfamilie vorkommen. Es iſt daher kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß bei dieſer Ordnung von Thieren die Haut die Function der Einſaugung nährender Subſtanzen übernehme. Ganze Generationen durchſcheinender gallertartiger Weſen können wochenlang in einer Indigoauflöſung bleiben, ohne in ihrem Gewebe irgend einen gefärbten Punct zu zeigen, als gerade die begrenzten Canäle, welche zur Verdauung beſtimmt ſind.

In der Form, Lage und Anordnung der Verdauungsorgane der Infuſionsthierchen findet die größte Verſchiedenheit ſtatt. Sie ſind auch von einander in Abſicht auf die Vielfältigkeit ſolcher Organe ſehr verſchieden, ohne daß dieß in einem beſtimmten Verhältniß zu der Größe des Thierchens ſtünde. Der Monas atomus, die Atomenmonade, welche zur kleinſten Gattung der ganzen Familie

gehört, zeigt eine Menge Säcke, welche mittelst eben so vielen besondern Oeffnungen mit der Oberfläche der begränzten Verdauungshöhle in Verbindung stehen. Bei andern, wie bei Leucophra patula, welche in Fig. 172 dargestellt ist, wie sie unter dem Microskop erscheint, findet sich ein langer Nahrungscanal, der den größten Theil des Körpers durchzieht, sich in spiralförmigen Bögen aufwindet und eine große Menge von Blinddärmen besitzt, welche aus blind sich endigenden Taschen bestehen, die von dem innern Canal seitwärts ausgehen und keine andere Mündung haben, als in diesen. Diese Höhlen füllen sich mit Farbetheilchen, unmittelbar nachdem diese in den Nahrungscanal gekommen sind, an, und müssen daher als eben so viele Mägen betrachtet werden, welche dafür zu sorgen haben, die Nahrungsstoffe, welche sie erhalten, zu verdauen**). Sie füllen sich aber nicht alle zugleich, sondern einige verharren oft längere Zeit in einem zusammengezogenen Zustande, so daß sie kaum sichtbar sind; während sie zu andern Zeiten sehr leicht dem gefärbten Nahrungsstoff den Zugang gestatten. Es erfordert daher einen sehr geduldigen Beobachter, wenn man den Nahrungscanal in seinem ganzen Umfang und dessen Magenapparat vollkommen angefüllt sehen will. Die oben angeführte Abbildung Fig. 172 zeigt bei Leucophra patula Ehrenbergs (Trichoda patula, Müller) mit einigen wenigen durch färbende Materie angefüllten Mägen; in Fig. 173 aber sieht man die ganze Reihe dieser Organe abgebildet, wie sie erscheinen würden, wenn man sie aus dem Körper nehmen und in dieselbe Lage bringen könnte, wie sie das Auge des Beobachters in der ersten Abbildung vor sich hat. Bei einigen Gattungen kann man ein bis zweihundert dieser Säcke aufzählen, welche mit der Höhle des Nahrungscanales zusammenhängen. Manche der größern Gattungen, wie Hydatina senta, zeigen eine größere Concentration von Organen, indem sie nur eine ovale Höhle von beträchtlicher Größe besitzen, welche in dem vordern Theile des Körpers ihren Sitz

*) Ehrenberg nennt diese Infusionsthierchen Infusoria polygastrica, was viele Mägen enthaltende Infusionsthierchen heißt.

hat. Bei dem **Rotifer vulgaris** ist der Nahrungscanal eine dünne Röhre, welche gegen ihr Ende zu sich bedeutend erweitert. Bei einigen Vorticellen macht das Eingeweide, von welchem zahlreiche Blinddärme ausgehen, eine vollkommen cirkelförmige Biegung und endigt dicht bei seinem Anfange. **Ehrenberg** machte aus diesen die Familie **Cyclocæla**, davon **Vorticella citrina** und **Stentor polymorphus** Beispiele sind. Wir können daher bemerken, daß man in der Bildung der Verdauungsorgane dieser Thiere dieselbe Verschiedenheit findet, wie bei den andern Thierclassen.

Die **Hydatina senta**, eine der größten Infusoriengattungen, besitzt nach **Ehrenberg** einen sehr entwickelten Körperbau, in welchem gar manche Systeme von Organen eingeschlossen sind, die man bei Wesen, welche in der Reihe der Thiere so tief unten stehen, nie erwarten sollte. Da hier gerade von den Ernährungsorganen die Rede ist, so muß angeführt werden, daß der Kopf dieses Thierchens einen regelmäßigen Kauapparat besitzt, welcher aus sägeförmig eingerichteten Kinnladen besteht, deren jede zwei bis sechs Zähne enthält. Man kann beobachten, daß diese Kinnladen sich willkührlich öffnen und schließen, wenn das Thier Nahrungsstoffe aufnimmt, welche aus Theilchen bestehen, die durch die Strömungen, welche von der Bewegung der Cilien erzeugt werden, in den Bereich der Mundhöhle gebracht werden.

Dieß sind die einfachen Formen, welche die Assimilationsorgane bei den niedersten Ordnungen der Thierwelt annehmen, d. h. verdauende Höhlen, von welchen verschiedene Canäle ausgehen, die ein System bilden, mit Hülfe dessen der verdaute Nahrungsstoff den einzelnen Körpertheilen zugeführt wird. Alle diese Höhlen und Canäle aber werden blos durch die einfach ausgehöhlte Substanz des Körpers gebildet. Steigen wir eine Stufe höher in der Thierreihe empor, so finden wir, daß der Magen und Darmcanal nebst ihren Anhängseln bestimmte Organe sind, welche von eigenen Membranen und Wandungen gebildet werden; und, daß sie selbst wieder in einer andern sie umgebenden Höhle liegen, welche dazu bestimmt ist,

nach vollbrachter Verdauung die zubereiteten Säfte aufzunehmen und zu sammeln. Die Actinia, oder Seeanemone, zum Beispiel, hat in ihrer Körperbildung viele Aehnlichkeit mit einem Polypen; sie hat eine Mundöffnung, welche mit Fühlfäden umgeben ist, und welche in einen geräumigen Magen oder Sack führt, der oben offen ist und den größten Theil des Körpers dieser Thiere einnimmt; während aber bei dem Polypen die Seiten des Sackes auch sein Körper sind und das ganze Thier nichts anderes als ein Sack ist, so kommen bei der Actinie zwischen den Wandungen des Magens und den äußern allgemeinen Bedeckungen des Thieres Zwischenräume vor. Da der Magen nicht ein geschlossener Sack, sondern nach unten zu offen ist, so stehen diese Höhlen in der That mit der Magenhöhle in Verbindung. Sie sind durch zahlreiche häutige Scheidewände, welche vertical zwischen den allgemeinen Bedeckungen und der Magenhaut hängen, abgetheilt, und befestigen den Magen in seiner Lage. Fig. 174 stellt einen senkrechten Durchschnitt der Actinia coriacea vor, an welchem man die innere Structur derselben wahrnehmen kann, B ist die Basis der Scheibe, mit welcher das Thier an dem Felsen festsitzt, I ist der Durchschnitt der lederartigen allgemeinen Bedeckungen, wobei man die Dicke derselben beobachten kann; M ist die Centralöffnung der obern Fläche, welche die Function einer Mundöffnung hat, und in den Magen (S) führt, dessen untere Oeffnung offen steht und der in der allgemeinen Höhle des Körpers mittelst senkrechter Scheidewände aufgehängt ist, deren zugespitzte Enden gegen die Basis hin in einem im Mittelpunct befindlichen Puncte (C) zusammenkommen und zwischen dem Magen und den allgemeinen Bedeckungen hindurchgehen. Diese musculösen Scheidewände stehen nach oben mit drei Reihen Fühlfäden in Verbindung, deren Spitzen man bei T sieht. Die Eierstöcke (O) sind an die Scheidewände befestigt, und münden in den untern Theil des Magens durch besondere Oeffnungen ein, durch welche sie, wie man in der Abbildung sieht, mit dessen Höhle in Verbindung stehen*).

*) Vergleiche W Rapp „Ueber die Polypen im Allgemeinen und die Actinien insbesondere" Weimar 1829. 4. Anm. d. Uebers.

Wenn wir die Meduſe als ein Thier betrachten, das vier Mägen hat, ſo können wir mit gleichem Rechte von dem Seeſtern, Asterias, behaupten, er habe deren zehn oder mehr. Die Mundöffnung iſt bei dieſen Thieren an dem Mittelpunct der untern Fläche ihres Körpers, und führt in einen geräumigen Sack, der unmittelbar über ihr liegt und der eigentliche Magen iſt. Von dieſem Centralbeutel aus entſtehen zehn Verlängerungen oder Canäle, welche paarweiſe in der Mittellinie eines jeden Strahles liegen und ſich in zahlreiche kleine Zeräſtelungen vertheilen. Dieſe Canäle ſieht man, ſammt ihren Zweigen, bei C C, Fig. 175, wo eine der Strahlen der Aſterias, von der obern Seite her geöffnet, zu ſehen iſt. Die Canäle werden durch Membranen in ihrer Lage erhalten, welche mit den Seitenwandungen der Höhle, innerhalb welcher ſie aufgehängt ſind, in Verbindung ſtehen.

Bei den verſchiedenen Gattungen der Seeigel (Echinus) finden wir, daß der Nahrungscanal eine weit vollkommnere Entwicklung erreicht hat, denn anſtatt nur aus einer blinden Taſche zu beſtehen, geht er ganz durch den Körper des Thieres durch. Wir finden hier eine Speiſeröhre oder einen ſchmalen Gang, welcher von der Mundöffnung zum Magen führt; und der Magen ſetzt ſich in einen regelmäßigen Darmcanal fort, welcher in der Höhle des Körpers, ehe er endet, zwei Windungen macht.

Der Nahrungscanal hat bei den niedern Thieren häufig in verſchiedenen Theilen Verengerungen und Erweiterungen; liegen dieſe letztere gegen die obere Mündung des Canales zu, ſo kann man ſie als eine Reihe von Mägen betrachten, während diejenigen, welche gegen das Ende hin vorkommen, am beſten die dicken Därme genannt werden können, im Gegenſatz zu dem mittlern Theil des Canales, welcher im Allgemeinen ſchmaler iſt und das dünne Gedärm heißt. Oft bemerkt man Seitenſäcke oder Blinddärme, welche von verſchiedenen Theilen des Darmcanales ausgehen; dieß iſt der Fall bei den Eingeweiden der Aphrodita aculeata, oder des Goldwurmes. Da der Darmcanal gewöhnlich länger iſt, als der Körper des Thieres, ſo muß er ſich in der Höhle, in welcher er eingeſchloſſen iſt, mehrfach zuſam-

menfalten und einen gewundenen Verlauf annehmen. In einigen Fällen aber geht derselbe beinahe in einer geraden Linie durch den Körper hindurch, ohne eine bemerkliche Veränderung im Durchmesser zu haben; dieß ist der Fall beim Spulwurm, Ascaris, welches ein langer cylindrischer Wurm ist, und eben so beim Regenwurm, Lumbricus terrestris. Bei der Nais, dem Wasserschlängelchen, hingegen, zeigt der Nahrungscanal eine Reihe von Erweiterungen, welche man bei der Durchsichtigkeit der allgemeinen Bedeckungen leicht beim lebenden Thiere entdecken kann. Die Nahrungsstoffe, welche diese Thiere in sich aufnehmen, kann man von einem dieser zahlreichen Mägen in den andern übergehen sehen, wobei man bemerkt, daß sie, ehe die Verdauung vollendet ist, öfter bald vorwärts, bald rückwärts geschoben werden.

Der Magen des Blutegels hat in seiner Structur manche Eigenthümlichkeiten; seine Gestalt, wenn er aufgeschnitten und aus dem Körper entfernt ist, sieht man in Fig. 158. Er hat eine große Capacität, und nimmt den größten Theil des Innern des Körpers ein; seine Höhle ist sehr geräumig und seine innere Haut in viele Säcke eingetheilt (C C C). Newport, der erst kürzlich die Körperbildung dieses Thieres mit der größten Sorgfalt untersucht hat, fand, daß jeder der zehn Theile, in welche er eingetheilt ist, und davon der erste hinter der Speiseröhre (O) beginnt, an seiner Seite zwei Taschen oder Blindsäcke hat, welche, je mehr sie längs dem Canal abwärts steigen, immer weiter und länger werden, so daß das zehnte Paar dieser Blindsäcke (A) sich bis an das hintere Ende des Thieres erstreckt und den Darm (I), welcher im Verhältniß zu den Mägen sehr kurz ist, zwischen sich liegen läßt*). Es ist eine längst bekannte Sache, daß wenn man den Blutegel, nachdem er an der Haut angebissen hat, einen Theil des Schwanzes abschneidet, das Thier eine nicht zu be-

*) Fig. 159 stellt die Mundöffnung mit ihren drei Zähnen dar. Eine Abhandlung, in welcher der Magen des Blutegels von Newport beschrieben wurde, wurde neulich bei einer Versammlung der Royal Society vorgelesen. Man sehe die Abstracts of the proceedings of the Society, for June 1833.

stimmende Zeit lang Blut saugt; dieß kommt von dem Umstande her, daß die Blindsäcke des Magens durch diese Verletzung geöffnet sind, so daß das in seiner Höhle aufgenommene Blut eben so schnell ausfließt, als es hineingeschluckt wird.

Eine dem Magen des Blutegels sehr ähnliche Einrichtung findet man bei den Verdauungsorganen der Glossopora tuberculata (Hirudo complanata L.), welche in Fig. 160 von oben und vergrößert abgebildet ist. Wenn wir das Thier von der untern Seite betrachten, Fig. 161, so sehen wir deutlich, daß die Magenhöhle in gewisse Zellen verlängert ist, die durch Scheidewände abgetheilt und gegen den Schwanz hin gerichtet sind. Die beiden letztern dieser Zellen sind viel länger (C C), als die übrigen und endigen in zwei blinde Säcke, zwischen welchen ein gewundener Darmcanal liegt*).

V. Capitel.

Von der Ernährung in den höheren Thierclassen.

Je weiter wir in der Reihe der Thiere aufsteigen, um so vervielfältigter finden wir die Apparate und Thätigkeitsäußerungen für die Ernährung und um so zahlreicher und zusammengesetzter die Organe, von welchen sie abhängig ist. Die lange Reihe der Vorgänge, welche zur vollkommenen Verarbeitung des

*) In diesen beiden Abbildungen ist T die röhrenförmige Zunge, welche aus der Mundöffnung hervorragt. In Fig. 160 sind E die sechs Augen, welche an dem, einem Kopfe entsprechenden, Ende liegen; zugleich sieht man eine doppelte, der Länge nach verlaufende Reihe von weißen Höckerchen, welche auf dem Rücken des Thieres befindlich sind. In Fig. 161 ist E der Eingang in eine Höhle oder Tasche, welche zur Aufnahme des Jungen dient. Siehe *Johnson*, Philos. Trans. for 1817, p. 343.

Nahrungsstoffes erforderlich sind, lassen sich in verschiedene Gruppen abtheilen; jede ist das Werk eines besondern Apparates, und erfordert den Einfluß verschiedener Agentien. Wir treffen hier nicht mehr die außerordentliche Einfachheit, welche wir bei der Hydra und Meduse, wo dieselbe Höhle die Function eines Magens und eines Herzens übernimmt, als ein so merkwürdiges Phänomen bezeichnet haben. Die Manufactur, welche den Nahrungsstoff zuzubereiten hat — wenn es erlaubt ist, uns dieses Bildes zu bedienen — ist bei diesen Zoophyten auf das Geringste zurückgeführt, die Methoden der Bereitung sind wenig zusammengesetzt, und mit den Mitteln, welche in Anwendung gebracht werden, wird auf das haushälterischste verfahren. Der Apparat ist so einfach als möglich, die Agentien so schwach als möglich, und manche verschiedene Operationen werden durch ein und dasselbe Organ ausgeführt.

Bei der Verfolgung des Planes der auf einer höhern Stufe der Entwicklung stehenden Organismen wird in der Verarbeitung der Stoffe eine weitere Abtheilung von Thätigkeiten wahrgenommen, deren Anfang wir schon in der Vervielfältigung der Verdauungshöhlen bei dem Blutegel und den Anneliden gesehen haben; bei Thieren aber, welche einen noch höhern Rang behaupten, zeigen sich die einzelnen Thätigkeiten vollständiger getrennt, und daher die Organe zusammengesetzter, wodurch das Princip der Vertheilung der einzelnen Gegenstände der Verarbeitung in einer bei weitem größern Ausdehnung gehandhabt wird, als bei den niederern Abtheilungen der Thierwelt. Neben dem Magen oder dem Behältniß für den noch nicht assimilirten (verähnlichten) Nahrungsstoff, ist ein anderes Organ, das Herz, vorhanden, das zum Zweck hat, die nährenden Flüssigkeiten, welche durch die Verdauungswerkzeuge verarbeitet wurden, durch den ganzen Körper zu verbreiten. Diese Trennung der Functionen führt nun aber wieder zu der Erschaffung eines andern Systemes von Canälen oder Gefäßen, welche die Flüssigkeiten von den vorbereitenden Organen dem Herzen, als einem allgemeinen Behälter zuzuführen haben. In den obersten Ordnungen der Thiere endlich sind alle diese Vorgänge wieder unterabgetheilt und

je nach der Verschiedenheit des Nahrungsstoffes, den Gewohnheiten und der Lebensart, welche die Natur einer jeden Gattung angewiesen hat, abgeändert. Um über die Einrichtung dieses ausgebreiteten Systemes zum Leben nothwendiger Organe dem Leser klare Begriffe zu geben, habe ich die beiliegende Abbildung (Fig. 162) gegeben, welche in ihrer natürlichen Verbindung und Aufeinanderfolge zeigt, wie diese Organe bei einer Seitenansicht in das Innere eines Säugethieres erscheinen. In der folgenden Beschreibung des Systems der Verdauungsorgane werde ich häufig auf diese Zeichnung zurückkommen.

Die Nahrungsstoffe werden zuerst durch verschiedene mechanische Operationen zur Verdauung vorbereitet, wodurch eine Auflösung ihrer Textur und eine Zerstörung ihrer Cohäsion bezweckt wird. Durch die Thätigkeit der Kinnladen und Zähne werden sie zerrissen und aufgebrochen, zugleich aber durch eine Beimischung der flüssigen Secretionen der Mundhöhle aufgeweicht. Alsdann werden sie durch die Wirkung der Muskeln der Zunge und der Wangen zu einem Bissen gesammelt und mit Hülfe der regelmäßigen Zusammenziehungen der verschiedenen Theile des Schlundkopfes verschluckt. Nun gelangen sie durch einen muskulösen Schlauch, die Speiseröhre (O, Fig. 162), in den Magen (S), dessen Eingang (C) der Magenmund (Cardia) genannt wird.

In dem Magen gehen mit den Nahrungsstoffen verschiedene chemische Veränderungen vor sich, wornach sie durch eine Oeffnung, die der Pförtner (P) heißt, in den Darmkanal (II) übergehen, wo sie wieder der Einwirkung gewisser flüssiger Secretionen ausgesetzt sind, welche von großen drüsenähnlichen Organen, die in dessen Nachbarschaft liegen, abgesondert werden; solche Drüsen sind die Leber (L) und die Bauchspeicheldrüse, welche, nachdem sie ihre Säfte dem Speisenbrei zugemischt haben, die Bildung des Milchsaftes, Chylus, möglich machen.

Der Chylus wird durch eine besondere Abtheilung von Gefäßen, Milchgefäße genannt, aufgesogen und in das Herz (H) gebracht. Diese Gefäße sind außerordentlich zahlreich und entstehen mit freien Mündungen auf der innern Oberfläche des

Darmcanales, wo sie den Chylus absorbiren. Sie können mit innern Wurzeln verglichen werden, welche sich, während sie im Gekröse (M) — das eine Membran ist, mit der die Eingeweide an der Wirbelsäule aufgehängt sind — verlaufen, immer größere und größere Stämme bilden, die endlich in ein Behältniß (R) einmünden, das das Behältniß des Chylus, Receptaculum Chyli, genannt wird. Von diesem Behältniß aus geht der Milchsaft in eine Röhre über, die davon, daß sie durch den Brustkorb geht, Milchbrustgang (T) genannt wird; dieser steigt längs der Seite des Rückgrathes, welcher ihn vor Druck schützt, empor und mündet bei V in die großen Venen ein, welche ihren Inhalt in den Vorhof des Herzens (U) ergießen, worauf er sodann unmittelbar in die Herzkammer (H) geleitet wird. Dieß ist bei den vollkommenen Thieren der verschlungene und wohlbeschützte Weg, den jedes Theilchen von Nahrungsstoff durchlaufen muß, ehe es in die allgemeine Masse der cirkulirenden Flüssigkeiten aufgenommen werden kann.

Dadurch, daß das, schon in den Gefäßen enthaltene Blut dem Chylus beigemengt wird, so wie durch die Einwirkung der Luft auf denselben in den Respirationsorganen (B) wird der Chylus assimilirt und durch das Herz mittelst besonderer Cirkulationscanäle, die Arterien heißen (und deren Hauptstamm, die Aorta, man bei A sieht), jedem Theil des Körpers zugeführt, bis er endlich durch die Venen (V v v) wieder zum Herzen zurückkehrt. Die verschiedenen Arten, auf welche wir diese Functionen bei den verschiedenen Thiergattungen ausgeführt finden, sollen unten beschrieben werden. Hier ist es zur Vervollständigung der Skizze über diese Classe von Functionen hinreichend, anzudeuten, daß das Blut, gleich dem zurückkehrenden Saft der Pflanzen, in den kleinen Gefäßen, durch welche es geht, fernern Modificationen unterliegt. Während seines Durchganges durch die feinen Gebilde der Drüsen bekommen seine Elemente eine neue Art der Anordnung, die bis jetzt noch kein Microskop entdeckt hat. Neue Producte werden hier gebildet und neue Eigenschaften erlangt, welche den beziehungsweisen Zwecken, denen sie in der thierischen Oeconomie zu dienen haben, entsprechen.

Das Ganze ist ein ungeheures Laboratorium, wo mechanische Kräfte den chemischen dienen, wo chemische Kräfte das Bestehen der höhern Kräfte der Vitalität bedingen, und wo diese Kräfte zusammen den höchsten Eigenschaften des Gemüthes und der Intelligenz dienen.

So zusammengesetzt und verschiedenartig auch die Functionen der Verdauung sind, und so sehr sie dazu eingerichtet wurden, den Zwecken zu entsprechen, die sie zu erreichen haben, so zeigen sie uns doch nicht so augenscheinlich klar das Verhältniß, welches die Mittel in ihrer Wirkungsweise zu Erreichung des Zweckes haben, als dieß bei den mechanischen Functionen der Fall war. Dieß kommt von dem Umstande her, daß den Vorgängen derselben eine sehr verfeinerte Chemie zu Grunde liegt, von der wir bis jetzt nur eine unvollkommene Kenntniß haben; und daß wir eben so unwissend in Beziehung auf die Wesenheit derjenigen Lebenskräfte sind, welchen die Function zu Theil wurde, die chemischen Veränderungen zu leiten, welche das Futter nothwendig während des Geschäftes der Assimilation erleiden muß. Wir wissen nur, daß alle diese Veränderungen langsam und nach und nach vor sich gehen und daß die Materialien eine große Anzahl von Zwischenzuständen zu passiren haben, ehe sie den Zustand der letzten Verarbeitung erreichen.

Wenn wir daher die Verschiedenheit bestimmen können, welche zwischen dem chemischen Verhalten des Nahrungsstoffes, wie er in dem Körper aufgenommen wird, und dem, des dadurch erzeugten Productes stattfinden, so haben wir eine Art von Stufenfolge vor uns, wodurch wir die Länge des erforderlichen Processes und den für die Verwandlung des Nahrungsmittels in das Product nöthigen Aufwand von Kräften ermessen können. Es liegt, zum Beispiel, auf der Hand, daß die chemischen Veränderungen, welche mit vegetabilischen Nahrungsstoffen vor sich gehen, wenn sie in Blut verwandelt werden sollen, bedeutend größer seyn müssen, als die, welche zum Zweck haben, thierische Nahrung in dieselbe Flüssigkeit umzuwandeln, weil die letztere selbst nur mit einer geringen Veränderung unmittelbar vom Blute herrührt. Wir finden daher, als ein allgemein ausgesprochenes

Gesetz, daß die Verdauungsorgane derjenigen Thiere, welche von Pflanzenstoffen leben, durch ihre Größe, Länge und Vervielfältigung ausgezeichnet sind, gegenüber von denen der fleischfressenden Thiere derselben Classe. Dieses Gesetz läßt sich in Wahrheit allgemein auf Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische und sogar Insecten anwenden. Bei den niederern Classen aber können wir in dieser Beziehung keine Parallele ziehen, indem diese durchaus nur von Substanzen aus dem Thierreiche leben. Viele dieser letztern Thiere haben Organe, welche fähig sind, aus Substanzen Nahrungsstoffe auszuziehen, von denen man kaum glauben sollte, daß sie auch nur die geringste Menge davon enthielten. Wenn man den Magen eines Regenwurmes untersucht, so findet man, daß er immer mit weicher Erde angefüllt ist, welche von ihm in großen Quantitäten hinabgeschlungen wird, um die kleinen Theilchen vegetabilischer und animalischer Materie davon auszuziehen, welche mit der Erde zufällig verbunden sind; und dieser geringe Nahrungsstoff ist für die Ernährung des Thieres zureichend. Manche im Meere lebende Würmer nähren sich auf gleiche Weise blos mit Sand; der Sand aber ist durchaus mit Fragmenten von Muschelschalen vermischt, die durch jene beständige Reibung, welche durch das Steigen und Fallen des Wassers veranlaßt wird, in Pulver verwandelt worden sind, und die, in diesen Fragmenten enthaltene, thierische Materie liefert den Thieren einen für ihre Bedürfnisse zureichenden Nahrungsstoff. Es ist klar, daß wenn, wie in den eben angeführten Fällen, große Quantitäten von unverdaulichen Stoffen in Verbindung von solchen verschluckt werden, welche Nahrungsstoffe enthalten, der Magen und die andern zur Verdauung bestimmten Höhlen geräumiger als gewöhnlich seyn müssen. Eben so liegt auf der Hand, daß die Structur der Verdauungsorgane im Verhältniß mit der mechanischen Textur und den chemischen Eigenschaften der Nahrungsstoffe stehen muß, und wir finden, daß dieß in einer Menge von Fällen, welche wir weiter unten näher ausführen werden, wirklich der Fall ist.

Die Art der Thätigkeit und der Structur der Organe wird zugleich durch eine große Menge anderer in dem Organismus und der Lebensweise des Thieres begründeter Umstände, die von der

mechanischen oder chemischen Natur des Futters unabhängig sind, bedingt. Je größer die Energie ist, mit welcher die gewöhnlichen thierischen Functionen der Gefühlsthätigkeit und Muskelkraft ausgeführt werden, desto größer muß der Verbrauch der Nahrung seyn, damit der Verbrauch von Lebenskraft, den diese Thätigkeitsäußerungen herbeiführen, wieder ersetzt werde. Im Vergleiche mit den torpiden und trägen Reptilien erfordert und verbraucht der lebhaftere Vogel oder das lebhaftere Säugethier eine größere Menge von Nahrungsmitteln. Die Land- und Seeschildkröten, die Kröte, der Frosch und das Chamäleon sind lauter Thiere, die in der That mondenlang ohne Futter leben können. Die Fische, welche gleich den Reptilien, kaltblütige Thiere sind, können ob sie gleich, wenn sie gerade mit Futter versehen sind, sich sehr gefräßig zeigen, ohne Schaden lange Hunger leiden.

Eben so hat der Grad der Schnelle der Entwicklung einen bedeutenden Einfluß auf die Menge von Futter, welche ein Thier erfordert. Die Raupe, welche sehr schnell wächst und ihre Haut öfter abzuwerfen genöthigt ist, verzehrt daher während der Dauer ihres Larvenzustandes im Vergleich mit der Größe ihres Körpers eine ungeheure Menge Futter; und wir finden daher, daß sie einen Verdauungsapparat von beträchtlicher Größe hat.

VI. Capitel.

Von der Zubereitung der Nahrung.

§. 1. Von der Aufnahme flüssiger Nahrungsstoffe.

Bei der nähern Betrachtung der Stufenfolge von Vorgängen, welche der Assimilation zu Grunde liegen, wird unsere Aufmerksamkeit zuerst auf die Art und Weise gelenkt, auf welche das

Futter in den Körper gelangt und auf die mechanischen Veränderungen, welchen es unterliegt, ehe es der chemischen Wirkung der Digestionsorgane unterworfen wird. Die Eigenschaften dieser vorläufigen Vorgänge sind aber je nach der Textur und mechanischen Beschaffenheit der Nahrungsmittel verschieden. Sind diese bereits in einem flüssigen Zustande, so ist das Kauen unnöthig und die Organe, welche dazu bestimmt sind, dieselben aufzunehmen, bestehen blos in einem einfachen Saugapparat. Dieß ist ganz allgemein der Fall bei den Entozoen (Eingeweidewürmern), welche nur von den Säften anderer Thiere leben und durchaus mit einer oder mehreren Saugöffnungen versehen sind, welche zuweilen unter der Form einer Röhre oder eines Rüssels erscheinen *). So hat die Hydatide z. B. vier Saugmündungen, welche um den Kopf des Thieres herum angelagert sind; der Bandwurm besitzt Oeffnungen dieser Art an jedem seiner Gelenke, die Askaris und der Regenwurm haben jeder eine einzige Mundöffnung. Der Rand der Mundöffnung ist oft getheilt, so daß daraus Lippen entstehen, deren gewöhnlich zwei und beim Blutegel drei vorhanden sind. In einigen seltenen Fällen, wie bei Planaria, findet sich neben einer gewöhnlichen Mundöffnung noch eine zum Saugen bestimmte Röhre, die an einem andern Theile des Körpers angebracht ist, aber auch in den Magen führt **).

Wenn das Sauginstrument sich auf einige Länge von der Mundöffnung weg erstreckt, so heißt es gewöhnlich Rüssel; die-

*) Einige Gattungen von Fasciola (Egelschnecken, ein Eingeweidewurm) haben zwei, drei, sechs oder mehr Saugscheiben, mit denen sie an den Oberflächen anhängen. Man hat diesen Thieren die Namen: Distoma, Tristoma, Hexastoma und Polystoma gegeben; da diese Namen aber eine Mehrheit von Mundöffnungen andeuten, so sind sie offenbar falsch; denn diese Saugscheiben sind nicht durchbohrt und haben nicht die Function von Mundöffnungen, denn die wahre Mundöffnung ist einfach. Cuvier fand an einem zu dieser Familie gehörigen Thiere mehr als hundert solcher kelchförmiger Saugorgane. Siehe Edinburgh Philosophical Journal, XX, 101.

**) Philos. Trans. for 1822, 442.

ser Art ist der bei dem Schmetterling, der Motte, der Schnake, der Stubenfliege und andern von flüssiger Nahrung lebenden Insecten, vorkommende Saugapparat. Der Rüssel der Schmetterlinge besteht aus einer doppelten Röhre, die nach unten zusammengerollt ist, so daß sich ihre Ränder berühren. Auf jeder Seite befindet sich eine Röhre, und der Raum, welcher zwischen den beiden Canälen ist, wird durch die gehohlkehlten Ränder derselben ebenfalls in eine Röhre umgewandelt. In diesem mittlern Canal findet sich eine merkwürdige Einrichtung von ineinandergreifenden Haken, welche denen, die bei den Lamellen der Federfahne vorkommen, und im ersten Bande beschrieben wurden, sehr ähnlich sind. Vermittelst dieser Häkchen können die beiden Seitenwände der Canäle sich nach dem Gefallen des Thieres einen Canal bilden oder sich trennen. Reaumur behauptet, die beiden Seitenröhren seyen zur Aufnahme von Luft bestimmt, während der Centralcanal den Honig führe, welchen das Insect aus den Blumen saugt, indem es seinen spiralförmigen Rüssel aufrollt und ihn in die Nectarien bringt*).

Bei den Hemipteren (Halbflüglern) ist der Rüssel eine Röhre, welche entweder gerade oder in ein Gelenke gebogen ist, und gleich einer Pumpe wirkt. Die Dipteren (Zweiflügler) haben ein complicirteres Sauginstrument, welches in einer Röhre besteht, deren Seiten stark, fleischig und nach jeder Richtung hin beweglich sind, gleich dem Rüssel eines Elephanten. An seinem Ende hat dieser Rüssel eine doppelte Falte, die zwei Lippen ähnlich sieht, welche zum Saugen sehr gut eingerichtet sind. Die Schnake und andere Insecten, welche die Haut der Thiere durchbohren, haben für diesen Zweck Werkzeuge, die man wegen ihrer Gestalt und ihrer Anwendungsweise Lanzetten genannt hat**). Bei der Schnake findet man deren fünf bis sechs; sie sind feiner als ein Haar, außerordentlich scharf und durchweg auf einer Seite mit feinen Haaren versehen. Bei der Bremse (Tabanus) sind sie flach, gleich einer Messerklinge. Diese Werkzeuge sind

*) *Kirby's* and *Spence's* Entomology, Vol. II, p. 390.

**) Ebendaselbst Vol. III, p. 467.

zuweilen so eingerichtet, daß sie durch ihre Vereinigung einen Saugapparat bilden können. Bei der Fleischmücke ist der Rüssel Zförmig gekrümmt, so daß der obere Winkel an der Brust und der untere an der Mundöffnung sich befindet; bei andern Fliegen ist er nur einfach zusammengefaltet.

Diejenigen zu der Ordnung der Hymenopteren (Hautflügler) gehörigen Insecten, wie die Biene, welche den Honig aus den Blumen saugen, haben sowohl regelmäßige Kinnladen als auch einen durch die Verlängerung der untern Lippe gebildeten Rüssel, der durch eine Zusammenfaltung derselben gebildet wird, und in einer Röhre besteht. Diese Röhre wird hinter den Kinnladen verborgen und kann, da sie auf einem Stiele befestigt ist, vorgeschoben und wieder zusammengefaltet werden, wenn das Thier sie nicht nöthig hat. Die Mundöffnungen der kopflosen Mollusken bestehen blos aus einsaugenden Oeffnungen, welche sich gleich Lippen zusammenfalten und weder Kinnladen, Zunge noch Zähne besitzen, sondern häufig Fühlfäden haben, die an ihren Rändern entspringen.

Bei den Fischen treffen wir die Familie der Cirkelmäuler (Cyclostomata), die ihren Namen davon haben, weil ihre Mundöffnungen cirkelrund und zum Saugen eingerichtet sind. Der Rand dieser Mundöffnung wird von einem knorpelartigen Ringe getragen, und ist mit eigenthümlichen Muskeln versehen, womit sich der Fisch an die Oberfläche, an die er sein Maul anlegt, festsaugen kann; ein Mechanismus und eine Befestigungsweise, die viel Aehnlichkeit mit der bei dem Blutegel vorkommenden Einrichtung hat. Zu dieser Familie gehört der Blindfisch (Myxine) und die Lamprete (Petromyzon). Die Adhäsionskraft, welche durch diesen Saugapparat ausgeführt wird, ist so groß, daß man eine Lamprete, mit dem Maul an einen Stein befestigt, aus dem Wasser ziehen kann, der zehn bis zwölf Pfund wiegt.

Die Colibri's haben eine lange und schmale Zunge, welche eine röhrige Gestalt annehmen kann, wie die des Schmetterlings oder der Biene, und zwar auch zu einem ähnlichen Zweck, nämlich um Pflanzensäfte einzusaugen. Bei den Säugethieren bietet

uns der Vampyr ein ähnliches Beyspiel von Apparaten zum Saugen, welcher dieß Geschäft mit Hülfe seiner Zunge ausführt, die hierzu eine röhrenförmige Gestalt besitzt. Sonst wird das Saugen bei den Säugethieren durch die Muskeln der Lippen und Backen mit Beihülfe der Bewegungen der Zunge ausgeführt, die, wenn sie in den Grund der Mundhöhle zurückgezogen wird, gleich dem Stempel einer Pumpe wirkt. Bei der Lamprete ist diese hydraulische Wirkung der Zunge besonders in die Augen fallend. Viele Säugethiere aber trinken dadurch, daß sie zu wiederholten Malen ihre Zunge in die Flüßigkeit eintauchen und durch schnelles Zurückziehen derselben, das Wasser in die Maulhöhle einschöpfen.

§. 2. Von der Aufnahme fester Nahrungsstoffe.

Wenn die Nahrungsmittel aus festen Substanzen bestehen, so werden verschiedene Organe erfordet: einmal solche, welche dazu bestimmt sind dieselben zu ergreifen und dem Munde zuzuführen, zweitens solche, welche die Substanzen in der Mundhöhle fixiren, und drittens solche, welche für ihre Zertheilung in kleinere Fragmente sorgen.

Von denjenigen der Ergreifung der Nahrungsmittel vorstehenden Organen, welche nicht Theile der Mundöffnung selbst sind, und welche eine Reihe verschiedenartig gestalteter Organe bilden, die von den Fühlfäden des Polypen an sich bis zum Rüßel des Elephanten und dem menschlichen Arm und der menschlichen Hand hinauf erstrecken, haben wir schon bei der Naturgeschichte der mechanischen Funktionen gesprochen; in einer großen Anzahl von Fällen aber wird die Funktion der Ergreifung durch die Mundöffnung oder durch gewisse Theile ausgeführt, welche mit ihr in Verbindung stehen, und als deren Anhängsel betrachtet werden können. Die Fähigkeit der Mundöffnung, Nahrungsmittel zu ergreifen, hängt vornehmlich von der Gestalt und mechanischen Wirkungsart der Kinnladen ab, welche sich öffnen, um die zur Nahrung bestimmten Körper aufzufangen, und sich schließen, um dieselben in der Mundhöhle zu fixiren. Zur Erreichung des letztern Zweckes tragen ebenfalls die Zähne (im Falle welche

vorhanden sind) wesentlich bei, obgleich ihre ursprüngliche und mehr gewöhnliche Funktion darin besteht, das Futter mittelst des Kauens mechanisch zu zertheilen; eine Thätigkeit, in welcher die Kinnladen ihrerseits mitwirken. Ein anderer Zweck, welcher durch die Kinnladen erreicht wird, ist vornehmlich noch der, den Muskeln, welche an den Seiten der Mundhöhle liegen, und welche theilweise dazu bestimmt sind die in ihr enthaltenen Nahrungsmittel zusammenzudrücken und weiter zu schaffen, einen für die Ausübung ihrer Kräfte günstigen, mechanischen Stützpunkt zu verschaffen. Uebereinstimmend damit finden wir, daß alle höher entwickelten Thiere mit Kinnladen versehen sind.

Unter den Thieren, welche man zu den Zoophyten (Pflanzenthieren) zählt, findet man die größte Entwicklung bei den Echinodermen, bei denen wir in Beziehung auf die Organe des Kauens eine merkwürdige Entwicklung antreffen. Die Mundöffnung des Seeigels (Echinus) ist von einem harten schalenartigen Gerüste umgeben, welches aus fünf sich bedeckenden Stücken besteht, deren jedes mit einem langen Zahne bewaffnet ist; zur Bewegung eines jeden dieser Stücke sind besondere Muskeln vorhanden, deren anatomische Construction von Cuvier aufs Genaueste beschrieben worden ist. An den leeren Hülsen der Seeigel, welche man auf dem Ufer ausgeworfen findet, trifft man gewöhnlich dieses kalkartige Gerüste auf der innern Seite der äußern Behausung. Aristoteles hat dieses Gebilde mit einer Laterne verglichen, daher es oft unter dem seltsamen Namen, Laterne des Aristoteles, vorkam.

Bei allen Gliederthieren, welche von festen Nahrungsmitteln leben, ist der zur Aufnahme und Verkleinerung derselben bestimmte Apparat, welcher in der Mundhöhle liegt, außerordentlich complicirt, und zeigt bei den verschiedenen Gattungen die größte Mannichfaltigkeit. Die Anzahl und verschiedene Bildung der Theile aus welchen sie bestehen, ist auch in der That so groß, daß sie nicht wohl in einer allgemeinen Beschreibung aufgenommen werden können. Zugleich ist bei den meisten Insecten die Kleinheit derselben ein noch weiteres Hinderniß für die genaue Beobachtung ihrer anatomischen Einrichtung und des

Mechanismus ihrer Thätigkeit. Die Untersuchungen Savigny's*) aber, und anderer neuerer Entomologen, haben zur Genüge gezeigt, daß bei den bis ins Unendliche gehenden Abänderungen, die in Absicht auf Gestalt und Anordnung bei den einzelnen Theilen dieser Organe ersichtlich sind, in dem allgemeinen Bildungsplan, der ihnen zu Grunde liegt, eine gewisse Gleichförmigkeit bemerklich ist, die durchaus eben so groß ist, als die, welche wir bei den Wirbelthieren beobachtet haben. Wir können nicht nur in jedem uns vorkommenden Fall dieselben Elemente der Bildung erkennen, sondern auch regelmäßige Uebergangsglieder wahrnehmen, die Gestaltungen verbinden, welche einander außerordentlich ferne stehen und Organe an einander ketten, welche ganz verschiedenen Zwecken dienen, so daß wir sogar in Fällen, wo offenbar eine vollkommene Veränderung in den Verrichtungen vor sich gegangen ist, immer bemerken, daß ein und derselbe Plan verfolgt wird, die Organe nach einem und demselben Typus gebildet sind, und in der Bildung der Kauapparate dieselbe Gleichförmigkeit in den Grundsätzen der Construction aufgefunden werden kann. Wir sehen hier, daß dieselbe systematische Einheit auch bei diesen Organen vorherrscht, wie wir sie bei der Bildung der Organe der fortschreitenden Bewegung wahrgenommen haben. Die Kinnladen, welche bei einer Insectenfamilie dazu gebildet sind, die härteren Nahrungsmittel zu zerbrechen und zu zermalmen, haben bei einer andern die Bestimmung, die zäheren und faserartigeren Gewebe zu zerreißen; bei einer dritten sind sie in Werkzeuge verwandelt, welche die halbflüssige honigartige Materie, welche durch die Blumen erzeugt wird, aufzusaugen haben, während sie bei einer vierten verlängert und in Gestalt eines röhrenförmigen Rüßels zusammengefaltet sind, der zum Saugen bestimmt ist und vermöge dessen die Thiere die zur Nahrung bestimmte Flüssigkeit austrinken können. Wenn wir die Untersuchungen über diese Organe bei andern Reihen von artic-

*) Siehe seine „Théorie des Organes de la bouche des Animaux invertèbrés et articulés", welche den ersten Theil der Memoires sur les Animaux sans vertèbres ausmacht. Paris 1816.

lirten Thieren fortsetzen, so finden wir, daß sie nach und nach ihren Character verändern, indem bald als Werkzeuge zur Aufnahme der Nahrungsmittel, bald als Waffen zum Angriffe und zur Vertheidigung, bald als Organe der Unterstützung des Körpers oder als Hebel zur Fortbewegung desselben oder gar als Glieder zu Ausführung rascher Bewegungen dienen. *) Kinnladen verwandeln sich in Füße und Füße in Kinnladen durch jede zwischenliegende Gestaltung hindurch; dasselbe Individuum bietet oft die verschiedenen Uebergangsstufen in diesen Organen dar und ist zuweilen mit überzähligen Organen jeder Art versehen. Namentlich bei den Arachniden treffen wir überzählige Kinnladen zugleich mit verschiedenen Anhängseln an, welche in ihren Formen eine auffallende Analogie mit den Fühlhörnern, Beinen und Füßen der Crustaceen haben.

Die vornehmlichsten Elementartheile, welche zur Bildung der Mundöffnung der Insecten beitragen, sind, wenn sie sich im Zustande vollkommener Entwicklung befinden, die folgenden sieben: ein Paar obere Kinnladen, ein Paar untere Kinnladen, eine obere und eine untere Lippe und eine Zunge. **) Die der Locusta viridissima oder des Baumhüpfers, sind in ihrer rechten Lage, aber von einander getrennt, in Figur 163 dargestellt. Die oberen Kinnladen (M) welche man Freßzangen (Mandibulae) nennt, sind diejenigen, die vornehmlich zu Zerkauen harter Substanzen angewandt werden, sie sind daher stärker als die unteren Kinnladen und ihre Ränder sind durchaus tiefer gekerbt, so daß sie bei der Zerkleinerung und Zerquetschung der Nahrungsstoffe wie Zähne wirken. Bei einigen sind diese Zähne zugespitzt, bei andern keilförmig und bei noch andern breit

*) Siehe den ersten Band Seite 200.

**) Alle diese Theile zusammengenommen hat Fabricius die Freßinstrumente (Instrumenta cibaria) genannt und gründete auf die Structurveränderungen dieser Theile seine berühmte entomologische Classifikation. Kirby und Spence haben sie Trophi genannt. Siehe ihre Introduction to Entomology, Vol. III. p. 417. Zu den oben angeführten sieben Elementen zählt Savigny ein achtes, das er Epiglossa nennt.

wie Backzähne. Ihre Gestalt ist in jedem Fall dem mechanischen Gewebe der Substanzen, auf welche sie angewandt werden sollen, angemessen. So sind die Freßzangen einiger Gattungen von Melolontha (Maikäfer) mit einem Vorsprung versehen, der durch zahlreiche tiefe Querfurchen rauh gemacht ist, wodurch eine Leiste gebildet wird zur Zerkleinerung der trockenen Blätter, die die natürliche Nahrung dieses Thieres sind. *) In den meisten Fällen können wir uns daher durch die Untersuchung der Gestalt der Zähne ziemlich richtige Begriffe von der Art der Nahrung machen, von welcher das Insect gewöhnlich lebt. **)

Ueber, oder besser vor den Freßzangen liegt die (U) obere Lippe, (Labrum). Sie besteht gewöhnlich aus einem harten hornartigen Gewebe und läßt einigermassen eine Bewegung zu. Ihre Gestalt und Richtung ist aber bei den verschiedenen Insectengattungen außerordentlich verschieden. Das untere Kinnladenpaar (I) oder die Freßspitzen (Maxillae) liegen hinter den Freßzangen und zwischen ihnen liegt (L) die untere Lippe (Labium) welche die Mundöffnung von unten schließt, wie es die obere Lippe von oben thut. Bei dem Baumhüpfer besteht jede Freßspitze aus einer äußern und innern Platte (O und I). Die Kinnladen der Insecten stehen mittelst Gelenken mit dem Kopfe in Verbindung und zwar so, daß ihre Bewegungen nur in einer horizontalen Ebene vor sich gehen, indem sie sich durch Seitenbewegungen öffnen und schließen, und nicht nach oben und unten, wie es der Fall bei den Kinnladen der Wirbelthiere ist. In den meisten Fällen werden die Freßspitzen dazu angewandt, die Gegenstände, welche durch den Sägeapparat der Freßzangen zerkleinert werden sollen, festzuhalten. Eine ähnliche Funktion kann man auch den Organen die Palpi oder Antennulae (P, Q) genannt worden sind, zuschreiben. Diese sind mit mehreren eingelenkten Gliedern versehene Fäden oder Fortsätze, welche an verschiedenen Theilen der Mundöffnung befestigt sind, gewöhnlich aber an den Freß-

*) Knoch, bei Kirby angeführt.

**) Siehe die Abhandlung von *Marcel de Lerres* in den Annales du Muséum d'Histoire Naturelle XIV. 56.

ſpitzen; die erſteren (P) nenut man alsdann Freßſpitzenpalpen und die letzteren (Q) Lippenpalpen. Außer dieſen Theilen findet man auch durchgängig eine (G) Zunge (Glossa), welche ihren Namen von der ihr untergelegten Funktion hat.

Diejenigen meiner Leſer, welche eine Darſtellung der verſchiedenen Modificationen zu haben wünſchen, welche dieſe Theile in den einzelnen Familien und Gattungen erleiden, muß ich auf Werke verweiſen, die dieſen Zweig der vergleichenden Anatomie beſonders behandeln. Ich muß mich hier begnügen ein einfaches Beiſpiel der Verwandlung der hier erwähnten Bildung in die eines Rüßels zu erwähnen und wähle dazu den Rüßel einer Wanzengattung, der Cimex nigricornis. Dieß Inſect gehört zu der Ordnung der Halbflügler, welche man gewöhnlich damit bezeichnet, daß ihnen Freßzangen und Kinnladen fehlen, und daß ſie ſtatt dieſer Theile einen Apparat von ganz verſchiedenartiger Conſtruction beſitzen, der dazu beſtimmt iſt, die Haut der Thiere zu durchbohren und ihre Säfte einzuſaugen. Savigny aber hat bei der Anwendung ſeiner theoretiſchen Principien in dem Rüßel dieſer Wanzengattung die Exiſtenz aller Elemente aufgefunden, die man in der Mundhöhle von Inſecten antrifft, welche auf das Zerkauen feſter Nahrungsſtoffe angewieſen ſind. Dieſer Rüßel beſteht aus langen Fäden, die in einer Art von Scheide eingeſchloſſen ſind. In Figur 164 ſind dieſe Fäden ein wenig von einander getrennt dargeſtellt, ſo daß man genau den Urſprung eines jeden ſehen kann. Die Fäden der einen Lage (Q) ſind Verlängerungen der Freßzangen (I) und die andere Lage (p) eben ſo Verlängerungen der Freßſpitzen (M). Zwiſchen dieſen Fäden und nahe an ihrem Anfange, ſieht man einen ſpitzigen knorpelartigen Körper G, welcher die Zunge iſt, und die Oeffnung, die man an ihrer Wurzel ſieht, iſt der Anfang der Speiſeröhre. Die Scheide iſt nichts anders als eine verlängerte untere Lippe, deren Baſis man bei L Figur 164 ſieht; ihrer ganzen Länge nach iſt ſie bei Fignr 165 verzeichnet, wo die Grube, welche die oben beſchriebenen Fäden enthält, deutlich ſichtbar iſt.

In der Mundöffnung der Anneliden finden wir häufig harte Körper, welche dem Thiere als Kinnladen und Zähne dienen.

mente erscheinen; da aber die Zähne der entgegengesetzten Kinnlade diesen nicht begegnen, so ist klar, daß sie nicht wie die Schneidezähne der Säugethiere zum Zerschneiden dienen.

Was die Reptilien betrifft, so haben die Batrachier meistens gar keine Zähne. Bei den Fröschen jedoch findet man zwei Reihen scharfer Spitzen, deren eine in der obern Kinnlade steckt, die andere aber quer durch den Gaumen geht; sie können als Zähne betrachtet werden, welche nur in einem rudimentartigen Zustande vorhanden sind; sey der Zweck, für den sie vorhanden sind, welcher er wolle, für das Kauen sind sie nicht hinreichend entwickelt. Auf jeder Seite finden sich deren beim Frosch gegen vierzig. Beim Salamander sind oben und unten etwa sechzig, und zugleich auf jeder Seite des Gaumens dreißig.

Die Zunge des Frosches ist von großer Länge, die Wurzel derselben ist nahe an dem vorderen Theil der untern Kinnlade befestigt, während die Spitze derselben gespalten und nach hinten gerichtet ist, wo sie sich bis in die Kehle erstreckt, dort als eine Klappe wirkt und den Eingang der Luftröhre, durch welche die Luft in die Lungen strömt, verschließt. Wenn man dieses Thier mit Aufmerksamkeit beobachtet, wie es ein Insect, dem es auf eine gewisse Strecke sich genähert hat, fängt, so würde man erstaunen, wie schnell dasselbe verschwindet, ohne daß man genau einsehen könnte, was aus ihm geworden ist. Dieß kommt daher, daß der Frosch seine Zunge mit einer solchen Schnelligkeit auf seine Beute losschleudert und sie mit dem daran hängenden Insect wieder zurückzieht, daß es dem Auge kaum möglich wird, ihr in diesen Bewegungen zu folgen. Das Chamäleon hat ebenfalls eine sehr lange und schmale Zunge, deren Ende sich ausbreitet, so daß es eine Art von Keule oder Löffel bildet, der mit einer klebrigen Materie überzogen ist. Mit diesem Organe fängt dieses Thier auf eine beträchtliche Strecke hin Insekten mittelst eines dem Frosche ganz ähnlichen Kunstgriffes. *)

*) Houston hat uns eine Beschreibung der Structur dieses Organes und der Muskeln, durch welche es bewegt wird, in den Transactions of the Royal Irish Academy, vol. XV. 177. gegeben.

Da die Schlangen ihre Beute ganz verschlucken, so sind die Knochen ihrer untern und obern Kinnlade dazu eingerichtet, eine beträchtliche Erweiterung zuzulassen, so wie sie auch in ihren Bewegungen die größte Freiheit haben. Schlangen und Eidechsen haben im Allgemeinen gebogene oder kegelförmige Zähne, die eher darauf berechnet sind, die Nahrungsstoffe zu zerfleischen und festzuhalten, als sie zu zerkauen. Gleich denen der Fische sind sie zum Theil an die Kinnladen und zum Theil an den Gaumen festgewachsen. Die zur Familie der Schildkröten gehörigen Reptilien haben keine Zähne, sondern statt deren an dem hornigen Theile ihrer Kinnladen scharfe Ränder.

Bei den Vögeln ist, wie bei den Schlangen, der Oberkiefer mittelst einer eigenthümlichen Gelenkseinrichtung beweglich; sie besitzen aber zugleich Schnäbel von verschiedenen Formen, aus welchen man sichere auf die jeder Familie zukommende Futtergattung schließen kann. Bei der Familie der Adler und Falken findet man einen außerordentlich starken, hackenförmig gebogenen, Schnabel welcher dazu dient, das Fleisch der Thiere, die sie sich zur Nahrung ausgewählt haben, zu zerreißen und zu zerfleischen, während diejenigen, welche von Insecten oder Körnern leben, feine zugespitzte Schnäbel haben, womit sie fähig sind, die kleinsten Gegenstände aufzupicken. Wasservögel haben durchaus abgeflachte Schnäbel, mit welchen sie am besten ihre Nahrung in dem Sand, dem Schlamm, oder in den, auf dem Grunde des Wassers befindlichen Pflanzenstoffen suchen können. Die Ränder dieser Schnäbel sind häufig mit kleinen Zähnen versehen, welche den Zweck haben, das Wasser durchzulassen, während die festen Bestandtheile in der Mundhöhle zurückbleiben. Die Ente bietet uns ein Beispiel von dieser Bildung dar, welche indessen in dem Taucher (Mergus Merganser) noch deutlicher ausgedrückt ist, wo der ganzen Länge des Schnabelrandes entlang kleine, scharfe, spitze Zähnchen liegen, die rückwärts gerichtet sind; am deutlichsten sind sie bei Mergus serrator zu sehen. Die haarähnliche und fransenartige Auswüchse, welche man an der Zunge mancher Vögel wahrnimmt, wie bei dem Pfefferfraß (Ramphastos tucanus) scheinen ebenfalls

dazu vorhanden zu seyn, Substanzen, die in die Mundhöhle gebracht sind, darin festzuhalten.

Der Schnabel des Austerdiebs (Hæmatopus ostralegus) hat eine keilförmige Gestalt, und wirkt im Oeffnen zweischaliger Muscheln wie ein Austermesser.

Bei dem Kreuzschnabel (Loxia curvirostris) kreuzen sich die beiden Schnabelhälften, wenn der Schnabel geschlossen ist; eine Bildung, vermöge welcher der Vogel in den Stand gesetzt wird, die Tannen- und Fichtenzapfen aufzubrechen und die Samen herauszupicken, indem er die Spitzen des Schnabels zwischen die Schuppen derselben einschiebt. Kirschensteine kann er mit der größten Leichtigkeit mittelst seines eigenthümlich geformten Schnabels in sehr kurzer Zeit zerspalten. *)

Vögel, welche um Fische zu fangen untertauchen, haben [illegible] von beträchtlicher Länge, der sie fähig macht, sich ihrer Beute zu versichern, und durch eine rasche Wendung zum Hinabschlingen zu bringen.

Der Rhynchops hat einen eigenthümlich gebildeten Schnabel; er ist sehr dünn, die untere Kinnlade ist aber viel länger als die obere, so daß der Vogel, während er dicht über dem Wasser hinfliegt, die See damit wie mit einer Pflugschar befurcht, als ob er sie abrahmen wollte und so die an der Oberfläche dahinschwimmende Beute fängt.

Der Specht (Picus) hat eine eigenthümliche Vorrichtung, durch welche er seine lange und spitzige Zunge mit der größten Schnelligkeit ausstrecken kann, um die Insecten, die seine gewöhnliche Nahrung sind, daran zu spießen. Das Auge ist kaum im Stande diesen Bewegungen zu folgen, mit solcher Schnelligkeit führt er sie aus. Fig. 166 zeigt diesen merkwürdigen Mechanismus; sie stellt den Kopf eines Spechtes dar, an welchem die Haut entfernt ist, und die Theile zerlegt sind. Die Zunge (T) ist ein schmaler, scharf zugespitzter, hornartiger Cylinder, dessen Ende (B) mit borstigen Haaren, deren Spitzen rückwärts ge-

*) Man sehe Yarrel's Abhandlung über den Mechanismus des Schnabels dieses Vogels in dem Zoological Journal, IV. p. 459.

richtet ſind, beſetzt iſt. Sie ruht auf einem ſchmalen Zungenbein (os hyoideum), mit deſſen hinterem Ende zwei ſehr lange und ſchmale, knorpelartige Fortſätze in Gelenksverbindung ſtehen. *) Den einen der rechten Seite ſieht man in der Abbildung beinahe ſeinem ganzen Verlaufe nach bei C, D, E, F und einen kleinen Theil des linken Knorpels bei L. Dieſe beiden Knorpel vereinigen ſich mit der Zunge unter ſehr ſpitzen Winkeln und gehen nur nach und nach aus einander, je mehr ſie ſich nach hinten erſtrecken; ſie biegen ſich (bei C) abwärts, gehen in ſchiefer Richtung um die Seiten des Halſes, wo ſie durch eine Membran (M) mit einander verbunden werden, ſich aufwärts biegen und gegen den Rücken des Kopfes convergiren, wo ſie ſich begegnen, und mit einander in eine gemeinſchaftliche Scheide eingeſchloſſen, in einer Grube verlaufen, welche längs der Mittellinie des Schädelgemäldes (E) ſich vorwärts aufwärts bis zwiſchen den Augen aufhört. Von dieſer Stelle an biegt ſich die Grube und die beiden in ihr enthaltenen Knorpel gegen die rechte Seite hin, und endigt an dem Rande des rechten Naſenloches (F) in welchem ſich die vereinigten Knorpel am Ende feſtſetzen. Damit man ihren Verlauf deutlicher ſehen könne, ſind dieſe Knorpel (bei D) in der Abbildung aus der zu ihrer Bedeckung und Beſchützung beſtimmten Grube herausgenommen dargeſtellt. **) Ein langer und ſchmaler Muskel iſt an dem innern Rande eines jeden dieſer Knorpel befeſtigt, und die Wirkung dieſer Muskeln iſt die, gemeinſchaftlich den untern und am meiſten gebogenen Theil der Knorpel zu erheben, ſo daß ihre Krümmung vermindert, und die Zunge auf eine beträchtliche Entfernung herausgeſtoßen wird, wenn das Thier Inſecten fangen will. Sobald dieß geſchehen iſt, erſchlaffen dieſe Muskeln plötzlich und eine andere Reihe von Muskelfaſern, welche beinahe parallel mit dieſen, an der Spitze des vordern Theils der

*) Dieſe Knorpel entſprechen ihrer Lage nach, wenigſtens an dem Theile, mit welchem ſie mit dem Zungenbeine in Verbindung ſtehen, dem Theil, den man bei andern Thieren die Hörner dieſes Knochens nennt.

**) S iſt die große Speicheldrüſe der rechten Seite.

Knorpel befeſtigt ſind, tritt in Wirkſamkeit, ſo, daß dadurch die Zunge plötzlich mit dem an ihrem gefiederten Ende hängenden Inſect hereingezogen wird. Dieſe Muskelwirkung wird indeſſen weſentlich durch die langen und ſtark gebogenen Knorpel unterſtützt, welche beinahe ſo elaſtiſch als Stahlfedern zurückſpringen und dadurch den Muskeln ihre Thätigkeit bedeutend erleichtern. *) Dieß war um ſo mehr nöthig, weil, während der Vogel auf einem Baume iſt, dieſe Bewegungen beinahe unaufhörlich fortgeſetzt werden, indem er Höhlungen in die Rinde bohrt und die kleinſten Inſecten mit der größten Schnelligkeit und Sicherheit aufpickt. Kommt der Specht mit einem Ameiſenhaufen zuſammen, ſo öffnet er ihn leicht mit den vereinten Anſtrengungen ſeiner Füße und ſeines Schnabels, und bereitet ſich bald eine reichliche Mahlzeit aus den Ameiſen und ihren Eiern.

Unter den Säugethieren, welche keine Zähne haben, zeigt der Ameiſenfreſſer (Myrmecophaga) einen merkwürdigen Kunſtgriff, um ſeiner Beute habhaft zu werden. Die Zunge dieſes Thieres iſt ſehr lang und ſchmal, und hat die größte Aehnlichkeit mit einem Regenwurm. Die des zweizehigen Ameiſenfreſſers iſt beinahe ein Drittheil ſo lang als der ganze Körper des Thieres, und an ſeiner Baſis nicht viel dicker, als ein Rabenkiel. Sie hat einen langen und ſtarken Muskel, welcher von dem Bruſtbeine entſpringt, und ſich in der Subſtanz der Zunge verliert; dadurch erhält dieſes Organ ſowohl die Fähigkeit ſich ſchnell zurückzuziehen, als auch Seitenbewegungen zu machen, während die Verlängerung derſelben und andere Bewegungen durch Cirkelfaſern ausgeführt werden, die ſich außerhalb der vorigen befinden. **)

Die Lippen der Säugethiere ſind oft, behufs einer leichteren Ergreifung des Futters, verlängert, wie wir es beim Rhinoceros ſehen, deſſen Oberlippe ſo ausdehnbar iſt, daß ſie die Funktion

---

*) Eine Abhandlung über dieſen Mechanismus beſitzen wir von Waller in den Philosophical Transactions for 1716, p. 509.

**) Vergleiche Leçons d'Anatomie comparée de George Cuvier. Paris 1835. Tom. IV. Part. 1 pages 556, 557. Anm. d. Ueberſ.

eines kleinen Rüßels übernehmen kann. Sorex moschatus (eine Spitzmausart) deren Lieblingsspeise Blutegel sind, hat ebenfalls eine sehr bewegliche Schnautze, die sie zum Tasten und zum Ergreifen ihrer Beute im Schlamme gebraucht. Häufiger aber wird die Funktion des Ergreifens der Nahrung durch die Zunge ausgeführt, welche für diesen Zweck sehr biegsam und sehr verlängert ist, wie wir dieß bei der Giraffe sehen, wo sie beim Abbrechen und zum Munde führen der Baumzweige wie eine Hand wirkt.*)

Bei den, zu der Familie der Katzen gehörigen Thieren, sind die auf dem vorderen Theil der Zunge befindlichen Papillen mit hornartigen Scheiden versehen, deren jede in eine scharfe Spitze endigt, so daß die Nahrungsmittel im Maule aufgehalten werden, und nicht mehr heraus können. Diese Stacheln sind bei den größeren Raubthieren, wie beim Löwen und beim Tieger, von beträchtlicher Größe und Stärke. Eine ähnliche Beschaffenheit der Zunge trifft man auch bei dem Beutelthier (Didelphis) und bei manchen Fledermausarten an, besonders bei denen, welche zu dem Genus Pteropus gehören; alle diese hornartigen Gebilde hat man als Analoga der bereits erwähnten Zungenzähne der Fische betrachtet.

Der Schnabel des Schnabelthieres hat eine, zwischen der Bildung der Säugethiere und der Vögel in der Mitte liegende Gestalt, indem er, wie die vorigen, an dem hinteren Theile der oberen und unteren Kinnladen Backzähne, aus einer hornartigen Substanz bestehend, und eine Mundöffnung hat, die nach vorn zu aus einem Schnabel besteht; welcher seiner Form und Substanz nach die größte Aehnlichkeit mit dem einer Ente oder Löffelgans zeigt.

Der Wallfisch ist mit einem eigenthümlichen Apparate versehen, der eine Filtrirmaschine im Großen darstellt. Der Gaumen hat die Gestalt einer concaven Kuppel, von deren Seitenränder perpendiculär in die Mundhöhle herein eine Menge dünner Platten ragen, die parallel neben einander liegen, und mit der einen Seite gegen die Gaumenwandungen, und mit der andern gegen den Mittelpunkt des Gaumens sehen. Diese Platten kennt man

*) *Home*, Lectures etc. VI, Plate 32.

unter dem Namen Fiſchbein. *) Sie ſind mit dem Knochen mittelſt einer weißen, bandartigen Maſſe verbunden, an welche ſie unmittelbar angewachſen ſind und aus der ſie hervorzuwachſen ſcheinen. An dem innern Rande hören die einzelnen Faſern, aus denen das Ganze beſteht, auf, ſich mit einander zu verbinden und bilden, da ſie locker und frei dahängen, eine Art von franſigem Gewebe, welches darauf berechnet iſt, die feſten oder gelatinöſen Subſtanzen, welche in die außerordentlich geräumige Maulhöhle aufgenomen werden, wie in einem Siebe aufzufangen; denn, da die Fiſchbeinplatten nur von den Rändern der obern Kinnlade aus entſtehen, ſo laſſen ſie einen großen Raum übrig, welcher, obgleich vorne zu ſchmal, nach rückwärts immer weiter wird, und eine große Quantität Waſſer zu halten im Stande iſt. Auf dieſe Weiſe kann der Wallfiſch eine enorme Maſſe Molluſken und anderer kleiner Thiere aufnehmen, indem er das Seewaſſer einſchlürft, welches dieſelben enthält, und nachher durch das Netzgeflecht, das die Faſern des Fiſchbeines bilden, das Waſſer wieder abfließen läßt. Ein Organ dieſer Art war für dieſes Thier nothwendig, indem der Eingang in ſeine Speiſeröhre zu ſchmal iſt, um einem nur einigermaßen voluminöſen Nahrungsmittel den Durchgang zu verſtatten. **) Die hauptſächlichſte Nahrung für den gewöhnlichen Grönländiſchen Wallfiſch (**Balæna Mysticetus**) iſt die kleine **Clio borealis**, welche in ungeheurer Anzahl in den arktiſchen Meeren vorkommt. ***)

---

*) Bei einigen Wallfiſchgattungen liegen die einzelnen Fiſchbeinplatten ſehr nahe an einander, ſo daß ſie nicht den vierten Theil eines Zolles von einander abſtehen; in den äußeren Reihen liegen oft auf jeder Seite des Maules deren über dreihundert.

**) Dieſe Angabe ſteht in vielen Naturgeſchichten; von wem ſie eigentlich herrührt, iſt mir nicht bekannt; ich finde ſie aber in Cuviers Anatomie comparée nirgends beſtätigt, und Meckel ſagt dagegen ausdrücklich: „Die Speiſeröhre der eigentlichen Cetaceen iſt immer kurz und ſehr weit.“ Siehe deſſen Syſtem der vergleichenden Anatomie, Halle 1829, vierter Theil, Seite 524. Cuvier ſchreibt dagegen im „Règne animal“ den Umſtand, daß der Wallfiſch, nur kleine Thiere verſchlingen ſoll, der ſehr dicken Zunge zu. Siehe Règne animal, T. I. p. 296, 297 Anm. d. Ueberſ.

***) Vergleiche den erſten Band, Seite 178 und Fig. 82, wo die Clio borealis abgebildet iſt.

Dieſe merkwürdigen Filtrirorgane erſetzen vollkommen die Zähne, daher weder in der obern noch in der untern Kinnlade des Wallfiſches Zähne angetroffen werden. In den früheren Bildungsperioden des Wallfiſches ſpricht ſich aber die Tendenz aus, den Typus der andern Säugethiere nachzuahmen, indem in dem Innern der untern Kinnlade vor der Geburt Zähne vorhanden ſind, die in tiefen Gruben ſitzen, und auf jeder Seite eine Reihe bilden. Die Entwicklung dieſer unvollkommenen Zähne geht aber nicht weiter vor ſich, ſie verſchwinden bald wieder, die Grube, in der ſie enthalten waren, ſchließt ſich, und kann nach kurzer Zeit nicht mehr entdeckt werden. Geoffroy St. Hilaire verdanken wir die Entdeckung dieſes Umſtandes. *) Wir können nicht umhin, hier eine ähnliche, beim Papagey vorkommende, Thatſache zu erwähnen. Bei dem jungen Papagey findet man nämlich, während er noch in dem Ei iſt, längs dem Rande einer jeden Kinnlade eine Reihe von Höckern, die ihrer äußern Erſcheinung nach ganz den Zahnrudimenten der Säugethiere ähnlich ſind, nur mit dem Unterſchied, daß ſie nicht in regelmäßigen Gruben der Kieferbeine ſich befinden. Der Hergang ihrer Bildung iſt aber der Zahnbildung vollkommen ähnlich, indem eine gefäßreichere, markigte Maſſe abgelagert wird, die mit den Kinnbacken in Verbindung ſteht. Dieſe Höcker vereinigen ſich nachher in jeder Kinnlade zu einem Stück, und bilden durch ihre Verwachſung den Schnabel des Papagey's auf eine Weiſe, die derjenigen vollkommenen analog iſt, welche der Bildung des zuſammengeſetzten Zahnes des Elephanten zu Grunde liegt, und der, welche ich ſo eben beſchrieben habe. Die urſprünglichen Zahnabtheilungen obliteriren, ſo wie der Schnabel anfängt zu wachſen. In dem Schnabel der Ente bleiben ſie aber für immer, und dieſer iſt auch dem Schnabel des Papageyenembryo in dieſer Hinſicht ähnlich. **)

*) Cuvier Ossemens Fossiles, 3me édition Tom. V. p. 360.

**) Es iſt ſo eben in England eine Ausgabe der Natural-Theologie von Paley mit Anmerkungen des dem gelehrten Publikum durch ſeine geiſtreichen anatomiſchen Unterſuchungen und den Leſern der Bridgewaterbücher durch ſeine treffliche Abhandlung über die menſchliche Hand, bekannten Sir Charles Bell erſchienen. Wir

§. 3. Von dem Kauen mittelst der Zähne.

Die Zähne bilden als Werkzeuge, welche zum Ergreifen und Festhalten der Nahrungsstoffe nothwendig sind, und durch

---

fühlen uns gedrungen, einiges daraus auf unser Werk bezügliches, im Auszuge mitzutheilen. Zunächst Einiges was er über den Mund sagt.

„Beim Menschen ist der Mund nicht darum, weil er Hände hat, flach, sondern weil dieses Organ ein Theil des Apparates ist, der eines der interessantesten und wichtigsten aller Gebilde des Körpers ausmacht — ein Theil des Sprachorganes. In diesem Sinne wollen wir ihn nun besonders betrachten, und zweifeln nicht, die Aufmerksamkeit des Lesers dadurch zu fesseln.

Die Lippen, sein auffallendster Theil, nehmen die Speisen auf, und sind beim Kauen derselben behülflich; sie sind ein Hauptorgan fur die Sprache, in ihnen drücken sich die Gemuthsbewegungen aufs deutlichste aus, auch zeigen sie eine sehr feine Empfindung.

Wenn wir nur irgend etwas vom Wesen der Muskelthätigkeit wissen, so können wir uns die Beweglichkeit der Lippen leicht durch ihre vielen und zarten Muskeln erklären. Aber, was verleiht ihnen dieses feine Empfindungsvermögen? Dieß ist eine Frage, mit der ich mich bei meinen Untersuchungen über die Nerven oft beschäftigt habe, wobei ich auf dem Wege des Experimentes fand, daß die Lippen einen Nerven für die Bewegung und einen andern für das Gefühl erhalten. Die rothe Oberfläche der Lippen erhält ihre außerordentliche Empfindlichkeit durch sehr kleine und äußerst zarte Fasern, in welchen sich die Enden der Gefühlsnerven verbreiten; diese sind nur mit einer dünnen und durchscheinenden Oberhaut überzogen, so daß sie ein ganz gutes Tastwerkzeug abgeben. Wir sehen auch an Kindern daß sie die Lippen dazu benutzen, um sich die ersten richtigen Begriffe über die Eigenschaften der Körper zu verschaffen.

Wenn man bei einem Thiere den Bewegungsnerv der Lippe abschneidet so daß die Lippe lahm wird, so stößt das Thier die Lippen in das vorgesetzte Körnerfutter hinein, kann dasselbe aber nicht aufnehmen. Wenn der Empfindungsnerve hingegen abgeschnitten wird, so preßt das Thier seine Lippen gegen das Futter, hat aber kein Gefühl davon, und ist daher unfähig, die Muskeln, welche nur nach dem Eindruck des Gefühls sich bewegen, in die gehörige Thätigkeit zu setzen. Wenn man einem Thiere nur den Gefühlsnerv einer Seite abschneidet, so frißt es nur das auf seiner gesunden Seite befindliche Futter und läßt das andere liegen, weil es von dessen Anwesenheit nicht unterrichtet wird. Diese Erfahrungen beweisen uns, daß Empfindung und Bewegung zwei verschiedenen Nerven angehören.

Eine ähnliche Erfahrung habe ich an einem jungen Mann gemacht, dem ein Zahnarzt einen Zahn ausgezogen hatte, wobei der Empfindungsnerv der einen Seite betäubt wurde. Denn als ihm der Dentist ein Glas Wasser reichte, so hatte er, als er dasselbe in den Mund nahm, die Empfindung, als ob das Glas zerzerbrochen wäre. Dieß rührte nur davon her, daß die eine Lippenhälfte das Glas nicht fühlte und der Patient daher glaubte, es wäre ein Loch in dem Glas.

Dieser Empfindungsnerv erstreckt sich aber nicht blos auf die Lippen, sondern auch auf Organe, die mit ihnen in Verbindung stehen; so erhalten die Wurzeln der großen Barthaare der Katzen Zweige von demselben Nerven, welcher den Lippen Empfindung verleiht, und die Palpen und Fühlfäden, die wir in den niederen Thierklassen antreffen, wie bei den Crustaceen und Insecten, gehören

welche derjenige Grad von mechanischer Zertheilung und Verkleinerung hervorgebracht wird, durch welchen sie für die chemische Wirkung des Magens vorbereitet werden, einen für die Lebensunterhaltung der Thiere außerordentlich wichtigen Theil; und zwar bei keiner Thierklasse mehr, als bei den Säugethieren, deren Nahrung im Allgemeinen eine beträchtliche Vorbereitung vor der Verdauung bedarf. Zwischen der Futtergattung, auf welche jedes einzelne

zu dieser Gattung von Organen, haben dieselbe Function und erhalten ähnliche Nerven.

Die menschliche Zunge ist sonder Zweifel eines der bewundernswerthesten Organe, und feiner ausgebildet, als die Zungen der Thiere, von denen bereits die Rede war. Durch ihre nach allen Richtungen hin sich verzweigenden Muskelfasern, ihre runde Gestalt, ihre Weichheit und Beweglichkeit ist sie weniger als ein zum Kauen und Schlucken bestimmtes Organ merkwürdig, als dadurch, daß sie die aus der Luftröhre kömmenden Töne auf die verschiedenste Weise zu moduliren im Stande ist. Auf ihrer oberen Fläche, welche man ihren Rücken nennt, sind rauhe Papillen befindlich, welche in gewisser Art denen entsprechen, die wir bei den Thieren finden; sie dienen zum Tasten. Einige derselben haben an ihrer Spitze eine pilzähnliche Erweiterung, und stehen auf einem etwas ausgehöhlten Stiel, wo die schmackhaften Theilchen der Speisen verweilen und das Vergnügen des Schmeckens verlängern. Wenn man die Zungenwärzchen mit dem Vergrößerungsglase untersucht, so sieht man, daß es kleine Körperchen sind, die aus einer grauen Scheide bestehen, in deren Mitte ein kleiner Punkt enthalten ist. Dieser Punkt ist erectionsfähig und wird auf diese Weise zum Tastorgan. Er wird erigirt, wenn der Bissen im Munde ist, oder wenn wir begierig nach Speise sind. Es sind noch andere kleine Fortsätze vorhanden welche die Zunge besetzen, und diese enthalten die Endigungen von Nerven, welche für den Tastsinn empfänglich sind.

Sobald die Spitzen der Geschmacksnerven erregt sind, so wird im größten Ueberfluß aus vier besondern Kanälen der Speichel in den Mund ergossen — eine Flüssigkeit, welche das Kauen erleichtert, und die Nahrungsstoffe für die Einwirkung des Magens vorbereitet. Diese Flüssigkeit wird durch Drüsen bereitet, welche so zwischen den Kaumuskeln vertheilt sind, daß sie während des Kauens immer ein wenig gedrückt, und dadurch veranlaßt werden, ihren Inhalt, der weder alkalinisch noch sauer ist, zu ergießen.

Das Krokodill hat eine eigene Art seine Beute zu verzehren, und daher eine eigenthümliche Einrichtung in den Schlingorganen. Wenn es auf dem Land ein Thier gefangen hat, so taucht es schnell in das Wasser, um es zu ersäufen. Das Wasser aber durfte nicht durch den geöffneten Rachen in die Luftröhre des Krokodills eindringen, daher sich folgende Einrichtung findet. An dem Zungenbein ist eine quer emporragende Gräte befindlich, die von einer Falte der Schleimhaut des Maules überzogen ist, so daß dadurch in dem hinteren Theile des Maules eine Scheidewand gebildet wird. Das Gaumenfegel, das von oben herabhängt, kommt nun mit dem Rande dieser Scheidewand zusammen, so daß die vordere (Maul-) und hintere (Rachen-) höhle vollkommen getrennt sind. Auf diese Weise kann das Thier in dem offenen Maule seine Beute halten, und ohne Gefahr ins Wasser gehen. Eine ähnliche Einrichtung findet sich beim Pferd, wo der nach oben hervorragende Kehldeckel nach vornen von dem Gaumensegel bedeckt wird, so das dieses Thier unmöglich durch das Maul Athem holen kann.

Anm. d. Ueberf.

Thier dieſer Claſſe von der Natur angewieſen iſt, und der Geſtalt, Bildung und Stellung der Zähne finden wir daher die genauſten Beziehungen. Aehnliche Parallelen laſſen ſich auch zwiſchen der Geſtalt der Kinnladen, der Art der Gelenksverbindung derſelben mit dem Kopf, der verhältnißmäßigen Größe und Vertheilung der Muskeln, welche die Kinnladen bewegen, der Form des ganzen Kopfes, der Länge des Halſes und ſeiner Verbindung mit dem Rumpfe, und ſogar der Form des ganzen Skeletes und zwiſchen der Art der Nahrung des Thieres ziehen. Da aber die Natur des dem Thiere angemeſſenen Futters zugleich durch die Structur und Anordnung der Zähne bezeichnet iſt, ſo iſt klar, daß dieſe letzteren Organe beſonders dem Naturforſcher die wichtigſten Charactere zu Aufſtellung einer ſyſtematiſchen Claſſification der Thiere, und beſonders der Säugethiere, darbieten, wo die Unterſchiede unter den Zähnen beträchtlicher ſind; dieſe Unterſchiede waren daher immer der Gegenſtand des ſorgfältigſten Studiums. Für den Phyſiologen bieten ſie Geſichtspunkte von dem allerhöchſten Intereſſe dar, indem ſie auf das klarſte zeigen, mit welcher Sorgfalt jeder Theil der Organiſation der Thiere in das genauſte Verhältniß mit deſſen Bedürfniſſen und Lebensbeſtimmung geſetzt wurde.

Der Nutzen, den die Zähne haben, iſt vornehmlich der, alles, was in die Mundhöhle gebracht wird zu ergreifen und feſtzuhalten, es zu zerreißen und in kleinere Stücke zu zertheilen, faſerichte Stoffe auseinander zu zerren, und härtere Theile zu zerbrechen und zu zermalmen. Zuweilen ſind manche Zähne ſehr verlängert, um als Angriffs- und Vertheidigungswaffen zu dienen. Dieſe ragen alsdann aus der Mundhöhle hervor und werden gewöhnlich Fangzähne genannt. Beiſpiele davon geben uns: der Elephant, der Narwhal, daß Wallroß, das Nielpferd, der Eber und der Babiruſa.

Die Zähne bieten im Allgemeinen vier Hauptformen dar; man kann unterſcheiden: coniſche, ſcharfkantige, flache und höckerige Zähne; nicht ſelten findet man aber als Uebergangsgeſtaltungen Abänderungen und Modificationen dieſer Formen. Es iſt leicht, die beſonderen Funktionen einer jeden Klaſſe von

Zähnen von den an sich klaren mechanischen Thätigkeitsäußerungen, zu welchen sie je nach ihrer Gestalt besonders verwandt werden, abzuleiten. Die conischen Zähne, welche durchgängig zugleich scharf zugespitzt sind, werden vornehmlich dazu angewandt, die Gegenstände zu fassen, zu durchbohren und festzuhalten. Dieß ist der Fall bei den Krokodillen und anderen eidechsenartigen Reptilien, wo allen Zähnen diese Conformation eigen ist; so verhalten sie sich auch bei den meisten Cetaceen, wo ähnliche Formen und Anordnungen der Zähne sichtbar sind. Alle zur Familie der Delphine gehörigen Thiere, wie der Braunfisch, der Nordcaper und der Tümmler sind mit einer gleichförmigen Reihe conischer Zähne versehn, welche rings umher die Kinnladen besetzen, und deren häufig mehr als zweihundert angetroffen werden. Der Caschelot hat eine ähnliche Reihe von Zähnen, die aber auf die untere Kinnlade beschränkt sind. Alle diese Thiere leben blos von Fischen, und ihre Zähne sind daher nur zum Fangen und Festhalten derselben bestimmt, während hingegen diejenigen Cetaceen, welche von Pflanzen leben, wie der Manati und der Dügong, oder das indianische Wallroß, ganz verschiedenartig gebildete Zähne haben. Die Fangzähne müssen nothwendigerweise in Beziehung auf ihre Gestalt zu den conischen Zähnen gezählt werden.

Die scharfkantigen Zähne haben die Funktion, Gegenstände von nachgiebiger Textur, so ihnen dargeboten werden, zu zertheilen; sie wirken besonders als Keile oder Meißel. Die flachen Zähne, deren Oberfläche im Allgemeinen rauh ist, haben die Funktion, in Verbindung mit denjenigen, welche ihnen von der entgegengesetzten unteren Kinnlade her begegnen, die Nahrungsstoffe durch Seitenbewegungen zu zermalmen — eine Wirkungsart, welche der der Mühlsteine in einer Mühle vollkommen analog ist. Die höckerigen Zähne, deren Oberfläche eine gewisse Anzahl von abgerundeten Hervorragungen, die gewissen in den Zähnen der andern Kinnlade befindlichen Vertiefungen entsprechen, wirken mehr durch directen Druck, indem sie harte Substanzen zerbrechen und sie wie in einem Mörser zermalmen.

Die Art der Stellung der Zähne in den Kinnladen giebt uns einen andern Unterscheidungs- und Eintheilungsgrund an die Hand. Bei denjenigen Säugethieren, bei welchen die Zähne am vollständigsten ausgebildet sind, hat die vordere Reihe derselben eine scharfkanntige meißelförmige Gestalt und sie sehen aus, wie die Klingen von schneidenden Instrumenten. Sie heißen daher Schneidezähne. Die Schneidezähne der obern Kinnlade stecken immer in einem Knochen, welcher zwischen den beiden Oberkieferknochen in der Mitte liegt, und Zwischenkieferbein heißt. *) **) Die conischen Zähne, welche unmittelbar auf die Schneidezähne folgen, heißen Eckzähne, oder Hundszähne, weil sie bei den Hunden besonders in die Augen fallend sind, und kommen bei allen, zu der Familie der reißenden Thiere gehörigen, Thiergattungen vor. Bei den größeren Raubthieren, wie bei dem Löwen und Tieger, sind sie sehr kräftige Waffen; bei dem Eber sind sie ebenfalls sehr groß und aufwärts gebogen, so daß sie die Hauer des Thieres bilden. Alle Zähne welche in den Kinnbacken weiter rückwärts liegen, werden im Allgemeinen mit dem Namen Back-

*) Diejenigen Zähne der unteren Kinnlade, welche den Schneidezähnen der oberen entsprechen, werden ebenfalls als Schneidezähne betrachtet. Beim Menschen und den ihm am nächsten stehenden Affengattungen verschwinden die Nähte, welche das Zwischenkieferbein von dem Kieferbein trennen, schon vor der Geburt, so daß bei den ausgewachsenen Individuen dieser Thiergattungen keine Spur davon mehr zu sehen ist.

**) Es ist zuweilen schwer, zu entscheiden, zu welcher Gattung von Zähnen ein Zahn gehöre. Geoffroy St. Hilaire hat nicht mit Unrecht die Frage aufgeworfen, zu welcher Gattung von Zähnen die Nagezähne der Nagethiere gehören möchten, die man bisher zu den Schneidezähnen zählte. Er fand, daß der Ursprung dieser Zähne in dem Oberkiefer und nicht in dem Zwischenkieferbein sey, und daß der Zahn nur durch diesen Knochen hindurchgeht. Aehnlich verhalten sich die Stoßzähne des Elephanten, die dieser Gelehrte auch zu den Eckzähnen zählen will. Dieser Erklärung, die wegen des generischen Verhaltens sehr viel für sich hat, wurde von Cuvier verworfen, welcher glaubt, daß der Gebrauch des Zahnes entscheide; aber genau genommen will das nicht viel sagen, indem bei vielen Thieren, wie beim Menschen, den Affen, dem Pferd ꝛc. die Eckzähne nicht als Waffen dienen können, und denselben Nutzen haben, wie die Schneidezähne. Wir möchten noch hinzufügen, daß beim Haasen die kleinen, hinter den Nagezähnen befindlichen Zähnchen, wohl als Rudimente von Schneidezähnen anzusehen wären, die durch die Nagezähne verdrängt worden sind. Siehe Mémoire sur les dents antérieures des Mammifères rongeurs etc. Acad. r. des sc. Juillet 1831 und Cuvier, Leçons etc. T. IV, I, p. 247. ff. Anm. d. Uebers.

zähne oder Mahlzähne bezeichnet; in dieser Abtheilung kommen aber sehr verschiedene Formen von Zähnen vor. Diejenigen, welche dem Eckzahn am nächsten liegen, heißen falsche Backzähne, oder davon, daß ihre Kronen meistens zwei Spitzen haben, doppelspitzige Zähne, (dentes bicuspidati). Die hinteren Backzähne haben bei den einzelnen Fleischfressern verschiedene Gestalten und besitzen scharfe und oft gezähnelte Furchen, so daß sie manche Aehnlichkeit mit den Schneidezähnen haben. Bei den Insectenfressenden und von Früchten lebenden Thieren findet man an ihren Oberflächen hervorragende Höcker, welche zum Zermalmen des Futters entweder spitz oder abgerundet sind; während sie bei Quadrupeden, die von Gras und Körnern leben, zum einfachen Zerkauen desselben flach und rauh sind.

Der Apparat, welcher den Kinnladen Bewegung verleiht, ist ebenfalls, je nach den verschiedenen Bewegungen, die zu Verarbeitung des Futters bei den verschiedenen Thiergattungen erfordert werden, verschieden. Die Gelenksverbindung der unteren Kinnladen mit dem Schläfebein ist ein Wechselgelenk, dessen Bewegungen aber durch die, zwischen den beiden Gelenksoberflächen befindlichen, beweglichen Knorpel einen ziemlichen Spielraum gestatten, so daß hierdurch dem zu erreichenden Zwecke am besten entsprochen wird. Außer den ursprünglichen Bewegungen des Oeffnens und Schließens, welche in vertikaler Richtung ausgeführt werden, hat daher die untere Kinnlade auch in gewissem Grade die Fähigkeit, sich zur Seite oder in einer horizontalen Richtung, ja sogar einigermaßen vor und rückwärts, zu bewegen. Die Muskeln, welche das Oeffnen und Schließen der Kinnbacken vermitteln, sind die Schläfen- und Jochbeinmuskeln. Der erste derselben füllt die Schläfengrube aus, und der letztere verbindet den Jochbogen mit dem hinteren Winkel des Unterkiefers. Die Seitenbewegungen der Kinnlade werden durch Muskeln bewirkt, die an deren inneren Seite zwischen den Seiten des Unterkiefers und der Basis des Schädels, liegen. *)

*) Die hier angeführten drei Bewegungsarten der Kinnlade kommen nicht in allen Fällen zugleich mit einander vor. Bei manchen Raubthieren, wie bei einigen Katzen- und Hundearten und namentlich beim Dachs, gestattet das Gelenk des

§. 3. Von dem Kauen mittelst der Zähne.

Die Zähne bilden als Werkzeuge, welche zum Ergreifen und Festhalten der Nahrungsstoffe nothwendig sind, und durch

---

fühlen uns gedrungen, einiges daraus auf unser Werk bezügliches, im Auszuge mitzutheilen. Zunächst Einiges was er über den Mund sagt.

„Beim Menschen ist der Mund nicht darum, weil er Hände hat, flach, sondern weil dieses Organ ein Theil des Apparates ist, der eines der interessantesten und wichtigsten aller Gebilde des Körpers ausmacht — ein Theil des Sprachorganes. In diesem Sinne wollen wir ihn nun besonders betrachten, und zweifeln nicht, die Aufmerksamkeit des Lesers dadurch zu fesseln.

Die Lippen, sein auffallendster Theil, nehmen die Speisen auf, und sind beim Kauen derselben behülflich; sie sind ein Hauptorgan für die Sprache, in ihnen drücken sich die Gemüthsbewegungen aufs deutlichste aus, auch zeigen sie eine sehr feine Empfindung.

Wenn wir nur irgend etwas vom Wesen der Muskelthätigkeit wissen, so können wir uns die Beweglichkeit der Lippen leicht durch ihre vielen und zarten Muskeln erklären. Aber, was verleiht ihnen dieses feine Empfindungsvermögen? Dieß ist eine Frage, mit der ich mich bei meinen Untersuchungen über die Nerven oft beschäftigt habe, wobei ich auf dem Wege des Experimentes fand, daß die Lippen einen Nerven für die Bewegung und einen andern für das Gefühl erhalten. Die rothe Oberfläche der Lippen erhält ihre außerordentliche Empfindlichkeit durch sehr kleine und äußerst zarte Fasern, in welchen sich die Enden der Gefühlsnerven verbreiten; diese sind nur mit einer dünnen und durchscheinenden Oberhaut überzogen, so daß sie ein ganz gutes Tastwerkzeug abgeben. Wir sehen auch an Kindern daß sie die Lippen dazu benützen, um sich die ersten richtigen Begriffe über die Eigenschaften der Körper zu verschaffen.

Wenn man bei einem Thiere den Bewegungsnerv der Lippe abschneidet so daß die Lippe lahm wird, so stößt das Thier die Lippen in das vorgesetzte Körnerfutter hinein, kann dasselbe aber nicht aufnehmen. Wenn der Empfindungsnerve hingegen abgeschnitten wird, so preßt das Thier seine Lippen gegen das Futter, hat aber kein Gefühl davon, und ist daher unfähig, die Muskeln, welche nur nach dem Eindruck des Gefühls sich bewegen, in die gehörige Thätigkeit zu setzen. Wenn man einem Thiere nur den Gefühlsnerv einer Seite abschneidet, so frißt es nur das auf seiner gesunden Seite befindliche Futter und läßt das andere liegen, weil es von dessen Anwesenheit nicht unterrichtet wird. Diese Erfahrungen beweisen uns, daß Empfindung und Bewegung zwei verschiedenen Nerven angehören.

Eine ähnliche Erfahrung habe ich an einem jungen Mann gemacht, dem ein Zahnarzt einen Zahn ausgezogen hatte, wobei der Empfindungsnerv der einen Seite betäubt wurde. Denn als ihm der Dentist ein Glas Wasser reichte, so hatte er, als er dasselbe in den Mund nahm, die Empfindung, als ob das Glas zerzerbrochen wäre. Dieß rührte nur davon her, daß die eine Lippenhälfte das Glas nicht fühlte und der Patient daher glaubte, es wäre ein Loch in dem Glas.

Dieser Empfindungsnerv erstreckt sich aber nicht blos auf die Lippen, sondern auch auf Organe, die mit ihnen in Verbindung stehen; so erhalten die Wurzeln der großen Barthaare der Katzen Zweige von demselben Nerven, welcher den Lippen Empfindung verleiht, und die Palpen und Fühlfäden, die wir in den niederen Thierklassen antreffen, wie bei den Crustaceen und Insecten, gehören

welche derjenige Grad von mechanischer Zertheilung und Verkleinerung hervorgebracht wird, durch welchen sie für die chemische Wirkung des Magens vorbereitet werden, einen für die Lebensunterhaltung der Thiere außerordentlich wichtigen Theil; und zwar bei keiner Thierklasse mehr, als bei den Säugethieren, deren Nahrung im Allgemeinen eine beträchtliche Vorbereitung vor der Verdauung bedarf. Zwischen der Futtergattung, auf welche jedes einzelne

zu dieser Gattung von Organen, haben dieselbe Function und erhalten ähnliche Nerven.

Die menschliche Zunge ist sonder Zweifel eines der bewundernswerthesten Organe, und feiner ausgebildet, als die Zungen der Thiere, von denen bereits die Rede war. Durch ihre nach allen Richtungen hin sich verzweigenden Muskelfasern, ihre runde Gestalt, ihre Weichheit und Beweglichkeit ist sie weniger als ein zum Kauen und Schlucken bestimmtes Organ merkwurdig, als dadurch, daß sie die aus der Luftröhre kömmenden Töne auf die verschiedenste Weise zu moduliren im Stande ist. Auf ihrer oberen Fläche, welche man ihren Rücken nennt, sind rauhe Papillen befindlich, welche in gewisser Art denen entsprechen, die wir bei den Thieren finden; sie dienen zum Tasten. Einige derselben haben an ihrer Spitze eine pilzähnliche Erweiterung, und stehen auf einem etwas ausgehöhlten Stiel, wo die schmackhaften Theilchen der Speisen verweilen und das Vergnügen des Schmeckens verlängern. Wenn man die Zungenwärzchen mit dem Vergrößerungsglase untersucht, so sieht man, daß es kleine Körperchen sind, die aus einer grauen Scheide bestehen, in deren Mitte ein kleiner Punkt enthalten ist. Dieser Punkt ist erectionsfähig und wird auf diese Weise zum Tastorgan. Er wird erigirt, wenn der Bissen im Munde ist, oder wenn wir begierig nach Speise sind. Es sind noch andere kleine Fortsätze vorhanden welche die Zunge besetzen, und diese enthalten die Endigungen von Nerven, welche für den Tastsinn empfänglich sind.

Sobald die Spitzen der Geschmacksnerven erregt sind, so wird im größten Ueberfluß aus vier besondern Kanälen der Speichel in den Mund ergossen — eine Flüssigkeit, welche das Kauen erleichtert, und die Nahrungsstoffe für die Einwirkung des Magens vorbereitet. Diese Flüssigkeit wird durch Drüsen bereitet, welche so zwischen den Kaumuskeln vertheilt sind, daß sie während des Kauens immer ein wenig gedrückt, und dadurch veranlaßt werden, ihren Inhalt, der weder alkalinisch noch sauer ist, zu ergießen.

Das Krokodill hat eine eigene Art seine Beute zu verzehren, und daher eine eigenthümliche Einrichtung in den Schlingorganen. Wenn es auf dem Land ein Thier gefangen hat, so taucht es schnell in das Wasser, um es zu ersäufen. Das Wasser aber durfte nicht durch den geöffneten Rachen in die Luftröhre des Krokodills eindringen, daher sich folgende Einrichtung findet. An dem Zungenbein ist eine quer emporragende Gräte befindlich, die von einer Falte der Schleimhaut des Maules überzogen ist, so daß dadurch in dem hinteren Theile des Maules eine Scheidewand gebildet wird. Das Gaumensegel, das von oben herabhängt, kommt nun mit dem Rande dieser Scheidewand zusammen, so daß die vordere (Maul-) und hintere (Rachen-) höhle vollkommen getrennt sind. Auf diese Weise kann das Thier in dem offenen Maule seine Beute halten, und ohne Gefahr ins Wasser gehen." Eine ähnliche Einrichtung findet sich beim Pferd, wo der nach oben hervorragende Kehldeckel nach vornen von dem Gaumensegel bedeckt wird, so das dieses Thier unmöglich durch das Maul Athem holen kann.

Anm. d. Uebers.

Thier dieser Classe von der Natur angewiesen ist, und der Gestalt, Bildung und Stellung der Zähne finden wir daher die genausten Beziehungen. Aehnliche Parallelen lassen sich auch zwischen der Gestalt der Kinnladen, der Art der Gelenksverbindung derselben mit dem Kopf, der verhältnißmäßigen Größe und Vertheilung der Muskeln, welche die Kinnladen bewegen, der Form des ganzen Kopfes, der Länge des Halses und seiner Verbindung mit dem Rumpfe, und sogar der Form des ganzen Skeletes und zwischen der Art der Nahrung des Thieres ziehen. Da aber die Natur des dem Thiere angemessenen Futters zugleich durch die Structur und Anordnung der Zähne bezeichnet ist, so ist klar, daß diese letzteren Organe besonders dem Naturforscher die wichtigsten Charactere zu Aufstellung einer systematischen Classification der Thiere, und besonders der Säugethiere, darbieten, wo die Unterschiede unter den Zähnen beträchtlicher sind; diese Unterschiede waren daher immer der Gegenstand des sorgfältigsten Studiums. Für den Physiologen bieten sie Gesichtspunkte von dem allerhöchsten Interesse dar, indem sie auf das klarste zeigen, mit welcher Sorgfalt jeder Theil der Organisation der Thiere in das genauste Verhältniß mit dessen Bedürfnissen und Lebensbestimmung gesetzt wurde.

Der Nutzen, den die Zähne haben, ist vornehmlich der, alles, was in die Mundhöhle gebracht wird zu ergreifen und festzuhalten, es zu zerreißen und in kleinere Stücke zu zertheilen, faserichte Stoffe auseinander zu zerren, und härtere Theile zu zerbrechen und zu zermalmen. Zuweilen sind manche Zähne sehr verlängert, um als Angriffs- und Vertheidigungswaffen zu dienen. Diese ragen alsdann aus der Mundhöhle hervor und werden gewöhnlich Fangzähne genannt. Beispiele davon geben uns: der Elephant, der Narwhal, daß Wallroß, das Nielpferd, der Eber und der Babiruβa.

Die Zähne bieten im Allgemeinen vier Hauptformen dar; man kann unterscheiden: conische, scharfkantige, flache und höckerige Zähne; nicht selten findet man aber als Uebergangsgestaltungen Abänderungen und Modificationen dieser Formen. Es ist leicht, die besonderen Funktionen einer jeden Klasse von

Zähnen von den an sich klaren mechanischen Thätigkeitsäußerungen, zu welchen sie je nach ihrer Gestalt besonders verwandt werden, abzuleiten. Die conischen Zähne, welche durchgängig zugleich scharf zugespitzt sind, werden vornehmlich dazu angewandt, die Gegenstände zu fassen, zu durchbohren und festzuhalten. Dieß ist der Fall bei den Krokodillen und anderen eidechsenartigen Reptilien, wo allen Zähnen diese Conformation eigen ist; so verhalten sie sich auch bei den meisten Cetaceen, wo ähnliche Formen und Anordnungen der Zähne sichtbar sind. Alle zur Familie der Delphine gehörigen Thiere, wie der Braunfisch, der Nordcaper und der Tümmler sind mit einer gleichförmigen Reihe conischer Zähne versehn, welche rings umher die Kinnladen besetzen, und deren häufig mehr als zweihundert angetroffen werden. Der Caschelot hat eine ähnliche Reihe von Zähnen, die aber auf die untere Kinnlade beschränkt sind. Alle diese Thiere leben blos von Fischen, und ihre Zähne sind daher nur zum Fangen und Festhalten derselben bestimmt, während hingegen diejenigen Cetaceen, welche von Pflanzen leben, wie der Manati und der Dügong, oder das indianische Wallroß, ganz verschiedenartig gebildete Zähne haben. Die Fangzähne müssen nothwendigerweise in Beziehung auf ihre Gestalt zu den conischen Zähnen gezählt werden.

Die scharfkantigen Zähne haben die Funktion, Gegenstände von nachgiebiger Textur, so ihnen dargeboten werden, zu zertheilen; sie wirken besonders als Keile oder Meißel. Die flachen Zähne, deren Oberfläche im Allgemeinen rauh ist, haben die Funktion, in Verbindung mit denjenigen, welche ihnen von der entgegengesetzten unteren Kinnlade her begegnen, die Nahrungsstoffe durch Seitenbewegungen zu zermalmen — eine Wirkungsart, welche der der Mühlsteine in einer Mühle vollkommen analog ist. Die höckerigen Zähne, deren Oberfläche eine gewisse Anzahl von abgerundeten Hervorragungen, die gewissen in den Zähnen der andern Kinnlade befindlichen Vertiefungen entsprechen, wirken mehr durch directen Druck, indem sie harte Substanzen zerbrechen und sie wie in einem Mörser zermalmen.

Die Art der Stellung der Zähne in den Kinnladen giebt uns einen andern Unterscheidungs- und Eintheilungsgrund an die Hand. Bei denjenigen Säugethieren, bei welchen die Zähne am vollständigsten ausgebildet sind, hat die vordere Reihe derselben eine scharfkanntige meißelförmige Gestalt und sie sehen aus, wie die Klingen von schneidenden Instrumenten. Sie heißen daher Schneidezähne. Die Schneidezähne der obern Kinnlade stecken immer in einem Knochen, welcher zwischen den beiden Oberkieferknochen in der Mitte liegt, und Zwischenkieferbein heißt. *) **) Die conischen Zähne, welche unmittelbar auf die Schneidezähne folgen, heißen Eckzähne, oder Hundszähne, weil sie bei den Hunden besonders in die Augen fallend sind, und kommen bei allen, zu der Familie der reißenden Thiere gehörigen, Thiergattungen vor. Bei den größeren Raubthieren, wie bei dem Löwen und Tieger, sind sie sehr kräftige Waffen; bei dem Eber sind sie ebenfalls sehr groß und aufwärts gebogen, so daß sie die Hauer des Thieres bilden. Alle Zähne welche in den Kinnbacken weiter rückwärts liegen, werden im Allgemeinen mit dem Namen Back-

*) Diejenigen Zähne der unteren Kinnlade, welche den Schneidezähnen der oberen entsprechen, werden ebenfalls als Schneidezähne betrachtet. Beim Menschen und den ihm am nächsten stehenden Affengattungen verschwinden die Nähte, welche das Zwischenkieferbein von dem Kieferbein trennen, schon vor der Geburt, so daß bei den ausgewachsenen Individuen dieser Thiergattungen keine Spur davon mehr zu sehen ist.

**) Es ist zuweilen schwer, zu entscheiden, zu welcher Gattung von Zähnen ein Zahn gehöre. Geoffroy St. Hilaire hat nicht mit Unrecht die Frage aufgeworfen, zu welcher Gattung von Zähnen die Nagezähne der Nagethiere gehören möchten, die man bisher zu den Schneidezähnen zählte. Er fand, daß der Ursprung dieser Zähne in dem Oberkiefer und nicht in dem Zwischenkieferbein sey, und daß der Zahn nur durch diesen Knochen hindurchgeht. Aehnlich verhalten sich die Stoßzähne des Elephanten, die dieser Gelehrte auch zu den Eckzähnen zählen will. Dieser Erklärung, die wegen des generischen Verhaltens sehr viel für sich hat, wurde von Cuvier verworfen, welcher glaubt, daß der Gebrauch des Zahnes entscheide; aber genau genommen will das nicht viel sagen, indem bei vielen Thieren, wie beim Menschen, den Affen, dem Pferd ꝛc. die Eckzähne nicht als Waffen dienen können, und denselben Nutzen haben, wie die Schneidezähne. Wir möchten noch hinzufügen, daß beim Haasen die kleinen, hinter den Nagezähnen befindlichen Zähnchen, wohl als Rudimente von Schneidezähnen anzusehen wären, die durch die Nagezähne verdrängt worden sind. Siehe Mémoire sur les dents antérieures des Mammifères rongeurs etc. Acad. r. des sc. Juillet 1831 und Cuvier, Leçons etc. T. IV, I, p. 247. Anm. d. Ueberf.

zähne oder Mahlzähne bezeichnet; in dieser Abtheilung kommen aber sehr verschiedene Formen von Zähnen vor. Diejenigen, welche dem Eckzahn am nächsten liegen, heißen falsche Backzähne, oder davon, daß ihre Kronen meistens zwei Spitzen haben, doppelspitzige Zähne, (dentes bicuspidati). Die hinteren Backzähne haben bei den einzelnen Fleischfressern verschiedene Gestalten und besitzen scharfe und oft gezähnelte Furchen, so daß sie manche Aehnlichkeit mit den Schneidezähnen haben. Bei den Insectenfressenden und von Früchten lebenden Thieren findet man an ihren Oberflächen hervorragende Höcker, welche zum Zermalmen des Futters entweder spitz oder abgerundet sind; während sie bei Quadrupeden, die von Gras und Körnern leben, zum einfachen Zerkauen desselben flach und rauh sind.

Der Apparat, welcher den Kinnladen Bewegung verleiht, ist ebenfalls, je nach den verschiedenen Bewegungen, die zu Verarbeitung des Futters bei den verschiedenen Thiergattungen erfordert werden, verschieden. Die Gelenksverbindung der unteren Kinnladen mit dem Schläfebein ist ein Wechselgelenk, dessen Bewegungen aber durch die, zwischen den beiden Gelenksoberflächen befindlichen, beweglichen Knorpel einen ziemlichen Spielraum gestatten, so daß hierdurch dem zu erreichenden Zwecke am besten entsprochen wird. Außer den ursprünglichen Bewegungen des Oeffnens und Schließens, welche in vertikaler Richtung ausgeführt werden, hat daher die untere Kinnlade auch in gewissem Grade die Fähigkeit, sich zur Seite oder in einer horizontalen Richtung, ja sogar einigermaßen vor und rückwärts, zu bewegen. Die Muskeln, welche das Oeffnen und Schließen der Kinnbacken vermitteln, sind die Schläfen- und Jochbeinmuskeln. Der erste derselben füllt die Schläfengrube aus, und der letztere verbindet den Jochbogen mit dem hinteren Winkel des Unterkiefers. Die Seitenbewegungen der Kinnlade werden durch Muskeln bewirkt, die an deren inneren Seite zwischen den Seiten des Unterkiefers und der Basis des Schädels, liegen. *)

*) Die hier angeführten drei Bewegungsarten der Kinnlade kommen nicht in allen Fällen zugleich mit einander vor. Bei manchen Raubthieren, wie bei einigen Katzen- und Hundearten und namentlich beim Dachs, gestattet das Gelenk des

zerreißen. Die Ratte, deren Schädel in Fig. 169 abgebildet ist, gehört zu dieser Thiergattung. Alle Nagethiere haben in jeder Kinnlade zwei Schneidezähne, die meistens sehr lang sind, und genau die Form eines Meißels haben. Die Backzähne besitzen unregelmäßige, mit erhabenen Zickzack-Linien versehene Oberflächen, wodurch sie zu vollkommenen Reiborganen werden. Der Jochbogen ist außerordentlich dünn und schwach, und der Gelenksfortsatz des Unterkiefers der Länge nach oval, so daß er der Kinnlade eine freie Bewegung nach vornen und hinten gestattet, eine Art der Bewegung, für welche die Muskeln besonders eingerichtet sind, und mittelst welcher das Geschäft des Nagens ausgeführt wird. Der Bieber, die Ratte, das Murmelthier und das Stachelschwein sind Beispiele dieser Bildung aus der Abtheilung der Nagethiere, welche alles fressen, und der Haase, das Kaninchen und das Eichhorn aus der, welche sich vorzugsweise von vegetabilischen Stoffen nähren.

Die zur Familie der Vierhänder gehörigen Thiere, die verschiedenen Gattungen von Affen, nähern sich in Absicht auf die Zahnbildung am meisten der menschlichen, welche für gemischte Nahrungsstoffe, besonders aber zum Verzehren saftiger Früchte, bestimmt zu seyn scheint. Die anderen Ordnungen der Säugethiere zeigen in Absicht auf ihre Zahnbildung verschiedene Zwischenabstufungen, welche den größeren, in der Natur ihrer Nahrungsstoffe begründeten, Manigfaltigkeiten entsprechen. Die Zähne und Kinnladen der Hyäne sind daher besonders auf das Zerbrechen von Knochen berechnet, und können darin eine wunderbare Gewalt ausüben, und die der Seeotter haben runde Hervorragungen, welche ganz besonders zum Zerbrechen der Muschelschalen bestimmt sind.

Obgleich die Zähne, chemisch betrachtet, aus denselben Stoffen bestehen, wie die gewöhnlichen Knochen, so sind sie doch dadurch von diesen unterschieden, daß sie in ihrem Gewebe eine größere Dichtigkeit und Compactheit besitzen, woher der außerordentliche Grad von Härte kommt, welche sie zur Ausübung ihrer Thätigkeitszwecke nöthig haben. Die Substanzen, aus denen sie bestehen, sind dreierlei Art: die Erste, welche die Grundlage

der übrigen ist, und den festen Kern des Zahnes bildet, wurde als ein Theil betrachtet, welcher in seiner ganzen Structur die meiste Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Knochenbildung hat; weil sie aber eine bedeutend größere Dichtheit besitzt, und in der Art ihrer Bildung von den Knochen verschieden ist, so hat man ihr im Allgemeinen den Namen Elfenbeinsubstanz gegeben. Die erdige Basis derselben besteht beinahe ganz aus phosphorsaurem Kalk, indem sehr wenig kohlensaurer sich mit ihr verbindet, und der geringere Antheil an thierischer Materie nur aus etwas Eiweiß, mit sehr wenig thierischem Leim, besteht. *)

Eine Lage von viel härterer Substanz, welche man den Schmelz nennt, bedeckt gewöhnlich die Elfenbeinsubstanz, und bildet in Zähnen von der einfachsten Bildung das Ganze ihrer äußeren Oberfläche. Dieß ist der Fall bei den Zähnen des Menschen und der fleischfressenden Thiere. Diese beiden Substanzen und die Anlagerungsart derselben sieht man in Figur 170, welche einen Durchschnitt eines einfachen Zahnes darstellt. E ist die äußere von Schmelzmaterie gebildete Hülle, O die aus Elfenbeinsubstanz bestehende knöcherne Grundlage und P die Höhle, wo die gefäßreiche, den Zahn ernährende, Masse liegt. Der Schmelz besteht beinahe ganz aus phosphorsaurem Kalk, welcher fast keinen Eiweißstoff und kaum eine Spur von thierischem Leim enthält;

*) Die chemische Analyse verschiedener Zähne ist folgende:

	Thierische Materie.	Natron mit Kochsalz.	Kohlensaurer Kalk.	Phosphorsaurer Kalk.	Fluorcalcium.	Phosphors. Bittererde.	
Menschenzahn, knöcherner Theil	28,00	1,40	5,30	61,95	2,10	1,25	Berzelius.
„ Schmelz	2,0		8,0	85,3	3,2	1,5	
Ochsenzahn, knöcherner Theil	34,00	2,40	1,38	57,46	5,69	2,07	
„ Schmelz	3,56	1,34	7,10	81,00	4,00	3,00	
„ Schneidezahn .	28	—	8	64			Lassaigne Schw. 62, 104
„ Zahnschmelz . .	1	—	1	98			
Nilpferd, Hauzahn	25,1	—	2,6	72,0			

Morichini (N. Gehl. 2, 183) fand im Schmelz des Menschenzahnes: Thiersubstanz 30, — Kohlensäure 1, — Phosphorsäure und Flußsäure 22, — Kalk 33, — Bittererde 9, — Alaunerde 5.

Anm. d. Uebers.

er ist die härteste aller thierischen Materien, so daß man mit dem Stahl Feuer daran schlagen kann. Man bemerkt an ihm eine faserigte Bildung, die in das crystallinische übergeht; und die Richtung seiner Fasern hat, wie man an der Form der abgebrochenen Fragmente sieht, überall eine perpendiculäre Richtung da, wo er sich mit der Elfenbeinsubstanz verbindet. Auf diese Weise werden nur die Enden jener Fasern der Einwirkung derjenigen Substanzen ausgesetzt, welche die Zähne zu verkleinern haben, und die Abreibung der Schmelzsubstanz wird dadurch auf das Minimum reducirt.

Die Zähne einiger Quadrupeden, wie die des Rhinoceros, des Nilpferdes und der meisten Nagethiere, bestehen aus Schmelzsubstanz, welche mit Elfenbeinsubstanz gemischt ist, und die beide so eingerichtet sind, daß sie bei ihrer Vereinigung eine zum Kauen taugliche Fläche bilden. Da die aus Schmelzsubstanz bestehenden Lagen viel härter sind, als die aus Elfenbeinsubstanz bestehenden, so werden sie während des Kauens weniger angegriffen als diese, woher sie auf der Kaufläche als erhabene Leisten hervorstehen und immerwährend diese rauhe Bildung beibehalten, wodurch sie das beste Mittel werden, um harte Substanzen zu zerreiben und zu zerkleinern.

Die Schneidezähne der Nagethiere werden blos an ihrer vorderen Seite durch eine Platte von Schmelzsubstanz geschützt, so daß durch die Abreibung der, hinter dieser Platte befindlichen, Elfenbeinsubstanz, dem Zahne bald durch die länger stehen bleibende scharfschneidende Ecke der Schmelzsubstanz eine keilförmige Gestalt verliehen wird, die er auch so lange behält, als er selbst dauert (Fig. 173). Die Art des Wachsthumes ist ferner auf das Beste darauf berechnet, diese meiselförmigen Zähne das ganze Leben des Thieres hindurch brauchbar zu erhalten; sie wachsen nehmlich fortwährend, während andere Zähne nur eine gewisse Lebensperiode hindurch wachsen. Eine ähnliche Anordnung zu Erreichung ähnlicher Vortheile findet man bei den Stoßzähnen des Nilpferdes. *)

*) An den Zähnen des Pferdes finden wir eine ganz ähnliche Bildung, von der weiter unten noch ausführlicher die Rede seyn wird. Die Zähne des erwachsenen

In den zusammengesetzten Zähnen entdeckt man noch eine dritte Substanz, welche die vertikalen Platten der Elfenbeinsubstanz und Schmelzsubstanz mit einander verbindet und als ein äußeres Cement dient. Diese Substanz hat verschiedene Namen erhalten, man kennt sie aber gewöhnlich unter dem, Cementsubstanz (Crusta petrosa); sie ist sowohl in Absicht auf ihre Bestandtheile, als auch auf ihre außerordentliche Härte der Elfenbeinsubstanz ähnlich,*) aber undurchsichtiger und dunkler gelb als diese.

Die pflanzenfressenden Thiere, wie das Pferd und die zu der Familie der Wiederkäuer gehörigen Thiere, haben zusammengesetzte Zähne, die aus diesen drei Substanzen bestehen, und an deren Reibeflächen man hervorragende, von Schmelzsubstanz gebildete, Gräten wahrnimmt, die auf unregelmäßige Weise mit der Elfenbein- und Cementsubstanz verbunden sind, aber eben dadurch dem Zahne den Vortheil gewähren, daß die Reibefläche stets rauh erhalten wird. Fig. 171 stellt die Reibefläche eines Pferdezahnes dar, welche durch langes Kauen abgerieben ist. E ist der Schmelz, der in der Zeichnung durch Querlinien hervorgehoben wird, wodurch die Richtung seiner Fasern bezeichnet ist. Er schließt die Elfenbeinsubstanz (O), welche durch unterbrochene Linien bemerkbar gemacht ist, ein. Zugleich sieht man auch bei e die äußere Rinde von Schmelzsubstanz und zwischen dieser und der innern Lage derselben die Cementsubstanz (C), die mit wellen-

---

Pferdes zeichnen sich dadurch aus, daß sie wie die der Nagethiere, während sie oben abgerieben werden, von unten immer nachwachsen, daher sie auch keine bemerkbare Wurzeln haben. Diese Eigenthümlichkeit, die ihren Grund in der ersten Bildung des Zahnsäckchens hat, ist diesem Thiere so weit ganz eigen, weil sie nicht nur bei den Schneidezähnen vorkommt, sondern sich auch auf die Backzähne erstreckt, welche sonst bei allen andern Thieren verschiedene Wurzeln haben, während sie beim Pferdegeschlecht aus einem Stücke bestehen. Dieses eigenthümliche Verhalten der Pferdezähne ist bisher der Aufmerksamkeit der vergleichenden Anatomen entgangen. Anm. d. Uebers.

*) Will man je diese Substanz, die nichts als eine Art von Zahnstein zu seyn scheint, mit F. Cuvier als eine besondre zählen, so muß man zugeben, daß sie die weichste von allen ist. Sie löst sich sehr leicht in Säuren auf und wird im Feuer früher schwarz, als die Elfenbeinsubstanz. Sie hat meistens keine deutliche Organisation und scheint nur ein crystallinischer Niederschlag zu seyn. Beim Elephanten bildet sie beinahe die Hälfte der Zahnmasse. Siehe *F. Cuvier* sur les dents des mammifères pag. 22, und *G. Cuvier* Leçons d'anatomie comparée T. IV, I, p. 216.

Anm. d. Uebers.

förmigen Linien angedeutet ist. Die äußerste Grenze des Zahnes ist von einer Knochenplatte *) umgeben, die weiß gelassen ist. Bei den Widerkäuern bilden die hervorragenden Schmelzplatten halbmondförmige Erhöhungen, welche in der unteren Kinnlade nach Außen, in der oberen aber nach Innen convex sind, so daß sich die Ränder der beiden Oberflächen durchkreuzen — eine Anordnung, welche mit derjenigen Aehnlichkeit hat, die man bei den Mühlsteinen benützt. Die Zähne der unteren Kinnlade passen auf die oberen, so, daß eine Seitenbewegung erfordert wird, um ihre sich gegenüber stehenden Oberflächen auf beiden Seiten abwechslungsweise mit einander in Berührung zu bringen. Fig. 172 stellt die Reibefläche eines Schaafzahnes dar, wo man bei E die Schmelzsubstanz und bei C die Elfenbeinsubstanz wahrnimmt.

Die drei Substanzen, aus welchen ein zusammengesetzter Zahn besteht, sieht man am deutlichsten an Durchschnitten der Reibefläche des Elephantenzahnes, in welchem sie vollkommener und gleichmäßiger untereinander gemischt sind, als bei jedem andern Thiere. Fig. 174 stellt einen sehr polirten verticalen Durchschnitt eines Backzahnes des asiatischen Elephanten in einer früheren Periode seines Wachsthumes dar, so daß man auf das vollkommenste die drei Substanzen erkennen kann, aus welchen er besteht. Die Schmelzsubstanz (E) wird aus Querfasern gebildet; die Elfenbeinsubstanz, die am weitesten nach Innen zu liegt, besteht aus länglichten Platten, und die allgemeine Bedeckung von Cementsubstanzen (C) ist in weniger regelmäßigen Lagen abgelagert. Derselbe Zahn bietet uns in seinem gewöhnlichen Zustand, wenn er nehmlich durch das Kauen abgerieben worden ist, den Anblick eines natürlichen horizontalen Durchschnittes seiner inneren Structur dar, wo man bemerken kann, daß die weißen Platten der Schmelzsubstanz wellenförmige Erhaben-

*) Dieß ist jene metallisch glänzende, oft braun gefärbte, Masse, welche manche Schriftsteller fälschlicher Weise Rindensubstanz genannt haben. Sie entsteht erst nachdem die Zähne schon ausgebrochen sind und füllt die Vertiefungen des Zahnsäckchens aus, so daß man sie sogar an der Krone findet, wo sie in der Figur durch die, in der Mitte des Zahnes befindlichen, schwarzen Flecken angedeutet ist. Anm. d. Uebers.

heiten bilden. Diese haben bei dem asiatischen Elephanten das Ansehen von schmalen Querstrichen und bei dem afrikanischen von einer Reihe rautenförmiger Linien, in deren Innerm die Schmelzsubstanz vorhanden ist, und deren Aeußeres von der gelben Cementsubstanz umgeben wird. Diese letztere Substanz macht zugleich den ganzen Umfang des Zahndurchschnittes.

§. 4. Von der Bildung und Entwicklung der Zähne.

Wenige Vorgänge in der Entwicklung des thierischen Körpers sind merkwürdiger, als diejenigen, welche zur Bildung der Zähne angewandt werden, indem der Gang ihrer Entstehung von dem anderer Knochen durchaus verschieden ist. Man sieht daraus, daß der Grund ihrer Hervorbringung schon zu einer sehr frühen Periode des Fötuslebens gelegt wird, daß die Natur mit besonderer Vorsicht für die Erschaffung von Organen Sorge getragen hat, die für die Existenz des künftigen Thieres von so großer Wichtigkeit sind. Da die Zähne die härtesten Gebilde des ganzen Körpers sind, so ist ein ganz besonderes System von Operationen dazu nöthig, ihrer Textur einen Grad von Dichtigkeit zu verleihen, der nicht auf gewöhnlichem Wege vermittelst grade weiser Erhärtung hervorgebracht werden kann. Die Bildung des Zahnes ist in gewisser Hinsicht mit der einer Muschelschale zu vergleichen, wenigstens in so fern, als alle Theile derselben, wenn sie einmal abgelagert sind, für immer bleiben und nicht wohl eine Erneuerung und einen Wechsel der Substanz wie alle andere Körpertheile zulassen. Während die Knochen, trotz ihrer festen Substanz, Gefäße verschiedener Art enthalten, durch welche sie ernährt, verändert und nach Umständen aufgesogen werden, schließt die Compactheit der Zahnsubstanz allen und jeden Zugang von Gefäßen aus. Dieser Umstand macht es nothwendig, daß die Zähne schon bei der ersten Grundlage ihrer Entstehung so gebildet werden, wie sie für immer seyn sollen. Bei dem jungen Thiere entstehen sie daher schon in einer sehr frühen Periode seines Daseyns, und schon vor der Geburt machen die Zähne in ihrem Wachsthume bedeutende Fortschritte, so daß sie lange, ehe an ihre Anwendung zu denken ist, schon beinahe völlig ausgebildet sind.

Ein Zahn von der einfachsten Construction wird durch Blutgefäße erzeugt, welche sich durch kleine gallertartige Massen baumförmig verzweigen; jede dieser weichen Substanzen ist in ein zartes durchscheinendes Bläschen eingeschlossen, innerhalb dessen sie so lange wächst, bis sie genau die Größe und Gestalt des zukünftigen Zahnes erreicht hat. Eine jede dieser gefäßreichen Massen wird ferner von einer Membran überzogen, die die Kapsel genannt wird, und von größerer Festigkeit ist. Diese Kapsel liegt in einer kleinen Höhle, welche durch die beiden Platten der Kieferbeine gebildet wird. *) Die Gefäße jener gallertartigen Masse setzen schon in einer frühen Periode kalkartige Materie ab, welche dazu bestimmt ist, die Elfenbeinsubstanz zu bilden, und zwar zuerst an dem erhabensten Theile des Bläschens, welches in Absicht auf seine Lage der äußeren Schichte der Zahnkrone entspricht. Soll diese Zahnkrone nur eine einzige Spitze bekommen, so ist nur ein einziger Ossificationspunct vorhanden; sollen mehrere Spitzen entstehen, so sind eben so viele Verknöcherungspunkte zu bemerken, wie z. B. bei den Backzähnen des Menschen drei bis vier. Die dünnen Elfenbeinschichten, welche auf diese Weise entstehen, vergrößern sich nach und nach durch weitere Ablagerungen an ihren, der gallertartigen Masse zunächst liegenden, Oberfläche, bis die erste oder äußerste Lage von Elfenbeinsubstanz fertig ist. Zu derselben Zeit schwitzt aus der inneren Oberfläche der Kapsel, welche das Zahnsäckchen genannt wird, und das in unmittelbarer Berührung mit jener Elfenbeinschicht steht, die Substanz aus, welche zur Bildung des Schmelzes dient, und schichtenweise auf die Elfenbeinsubstanz abgelagert wird. Diese gedoppelte Operation geht stufenweise vor sich, indem immer neue Lagen von Elfenbeinsubstanz zu Formirung des Zahnkörpers abgesetzt werden. Der Theil, welcher durch diesen Verknöcherungsprozeß fest geworden ist, hängt mit der gallertartigen Masse, aus der er entstanden ist, nur locker zusammen und es scheint nicht, daß er Gefäße von ihr erhält. Denn wenn man ein Thier, das die Zähne wechselt,

*) Ursprünglich ist nur Eine große Höhle vorhanden, in der die Zahnsäckchen reihenweise liegen, und erst später bekommt jedes derselben seine eigene Höhle, indem sich in den Zwischenräumen Scheidewände bilden. Anm. d. Uebers.

mit Krapp füttert, so sieht man, daß sich im Innern der Zähne rothgefärbte Ablagerungen von Elfenbeinsubstanz bilden, die, selbst wenn man mit der Krappfütterung aufhört, nicht mehr verschwinden. *) Je mehr Zahnmaterie abgelagert wird, desto weniger Raum ist für die im Innern des Zahnes befindliche gallertartige Masse vorhanden, so daß diese am Ende zusammenschrumpft, und nur noch die kleine Höhle ausfüllt, die man im Innern eines jeden Zahnes findet. Die Elfenbeinsubstanz hat, wenigstens bei den einfachen Zähnen, indessen von dem Zahnsäckchen einen vollkommenen Ueberzug von Schmelzmaterie erhalten, welche die ganze äußere Oberfläche der Zahnkrone bedeckt. Später wird kein Schmelz mehr abgelagert und da das Zahnsäckchen seine Funktion erfüllt hat, so verschrumpft es und wird aufgesogen. Die Elfenbeinsubstanz fährt aber fort, an den entfernteren Theilen der Krone sich mehr und mehr abzulagern, und die Wurzeln der Zähne werden durch einen ähnlichen Hergang aus einer gelatinösen Masse gebildet. Die einzelnen Wurzeln derjenigen Zähne, welche deren mehrere haben, werden dadurch gebildet, daß der gallertartige Kern des Zahnes nicht mit seiner ganzen unteren Fläche mit dem Grunde der Kapsel zusammenhängt, sondern nur an einigen Stellen derselben festsitzt, welche man als sehr kurze Stiele ansehen kann. Kleine Knochenplatten, welche sich an dem Grunde jenes Kernes bilden, schieben sich zwischen diese Stiele hinein und umgeben sie mit einer röhrenförmigen Hülle, welche dadurch, daß sie sich während des Wachsthums der Knochen verlängert, die gallertartigen Stiele nöthigt, sich ebenfalls zu verlängern und die Zahnwurzeln zu bilden. Die neugebildete Wurzel drückt nun aber gegen ihre Zahnhöhle, und daher wird an dem Theile, wo diese am dünnsten ist, ein Theil der Kinnlade resorbirt, und das Wachsthum des Zahnes wird nur durch das Zahnfleisch noch verhindert. Dieses giebt aber seinerseits dem vergrößerten Drucke des Zahnes bald nach, bis endlich dieser es durchsticht und zu Tage gelangt. Obgleich nach dem Gesagten die

*) *Cuvier*, Dictionnaire des Sciences Medicales Tom. VIII. p. 230, und Leçons d'anatomie comparée Tom. IV. 1. r. 214.

Zähne ſich, nachdem ſie einmal gebildet ſind, nicht mehr verändern, und alſo gleichſam als fremde Körper in dem Organismus daſtehen, ſo erhält ſich doch in dem verſchrumpften Reſte des, die gelatinöſe Maſſe enthaltenden, Säckchens ein hoher Grad von Empfindlichkeit, weil Nerven und Blutgefäße durch eine feine Oeffnung in daſſelbe eindringen. Die Zähne ſind daher für alles was gekaut wird, empfindlich; man empfindet das kleinſte Sandkörnchen und die geringſte Temperaturveränderung.*) Dieſe Empfindlichkeit iſt auch für ihren Schutz und für ihre Erhaltung innerhalb des Kreiſes der organiſchen Lebensthätigkeit nothwendig. Die Empfindlichkeit hat aber nicht ihren Sitz in der Subſtanz des Zahnes ſelbſt, ſondern in dem, in ihr enthaltenen Nerven, und da das Zahngewebe von großer Dichtheit iſt, ſo iſt es ſowohl für die mechaniſchen Schwingungen, als auch für die Hitze ein ſehr guter Leiter.

Die Bildung der Zähne bei den pflanzenfreſſenden Thieren, bei denen ſie aus drei Subſtanzen beſtehen, geſchieht auf eine, bei weitem künſtlichere und complicirtere Weiſe. Die gallertartige Maſſe, welche bei dem Backzahn des Elephanten die Elfenbeinſubſtanz ablagert, hat die Geſtalt von parallelen Platten, und das Zahnſäckchen, das mit ihr in Verbindung ſteht, begleitet ſie in allen ihren Windungen, indem es ſich in die Zwiſchenräume zwiſchen dieſen Platten in häutigen Falten einlegt. Dadurch wird die Elfenbeinſubſtanz mit der Schmelzſubſtanz, die ſich auf ihr ablagert, auf das innigſte gemiſcht. Außerdem wird noch auf der äußern Seite der Schmelzſubſtanz eine Schichte Cementſubſtanz abgelagert. G. Cuvier behauptet, daß dieſe Ablagerung von derſelben Kapſel ausgeht, welche den Schmelz gebildet hat, und ſagt, ſie bekomme ein dickes, ſchwammiges, trübes und röthliches Ausſehen, während ſie das Cement ſecernire; dieſes entſtehe nicht in Fäden ſondern in Geſtalt von Tropfen, die wie durch Zufall hingeworfen erſcheinen. **) Sein Bruder aber, F. Cuvier, behauptet, die Cementſubſtanz werde durch eine dritte Membran gebildet, welche ſich von den beiden andern genau unterſcheiden

*) Vergleiche Bells Anmerkungen zu Paley Seite 303, aus denen hier einiges aufgenommen iſt. Anm. d. Ueberſ.

**) Cuvier, Leçons d'anatomie comparée T. IV, 1, p. 816. Anm. d. Ueberſ.

lasse, und sich außerhalb dieser befinde, dieselbe aber durch alle ihre Falten hindurch verfolge. *) Beim Pferd **) und bei dem Ochsen haben die hervorragenden Fortsätze des Zahnsäckchens eine mehr conische Gestalt mit wellenförmigen Seiten, daher die Schmelzsubstanz ein wellenförmiges Ansehen gewinnt, wenn man die Zähne dieser Thiere durchschneidet.

Die Stoßzähne des Elephanten bestehen aus Elfenbeinsubstanz und werden genau auf dieselbe Weise gebildet, wie die bereits angeführten einfachen conischen Zähne, ausgenommen, daß sie keine äußere Kapsel besitzen, und daher keinen Ueberzug von Schmelzsubstanz haben. Die ganze Substanz des Stoßzahnes entsteht durch auf einander folgende Ablagerungen, welche eine conische Gestalt haben, die von dem gallertartigen Kern herrührt, welcher in der Achse des zu bildenden Stoßzahnes liegt. Diese Bildungsweise hat die größte Aehnlichkeit mit der einer einschaligen Muschel, welche nicht gewunden ist, wie z. B. der Napfschnecke, Patella. Daher wird jeder fremde Körper wie z. B. eine Kugel,

---

*) Siehe dieselbe Stelle bei Cuvier und *F. Cuvier*, sur les dents des mammifères.
Anm. d. Uebers.

**) Die Zähne es erwachsenen Pferdes haben, wie schon bemerkt, keine Wurzeln, indem sie ihrer ganzen Länge nach von Schmelzsubstanz überzogen sind. Eine Ausnahme hievon machen die Schneidezähne der Fohlen, an denen man, wie an den Zähnen des Ochsen, deutlich Wurzel und Krone unterscheiden kann. Die Schneidezähne dieses Thieres sind noch ferner dadurch ausgezeichnet, daß sich das Zahnsäckchen an seinem obern Ende nach Innen umschlägt, so daß auf der Reibefläche eine Höhle gebildet wird, die die Kunde heißt und an der man je nach dem Grade der Abreibung das Alter des Pferdes erkennen kann. Der Zahn wird während des Gebrauches, gerade wie bei den Nagethieren, immer vorgeschoben, so daß er seine Stellung gegen den Kiefer sowohl, als gegen die ihm entgegenstehenden Zähne stets verändert, bis zuletzt Zahntheile zur Reibefläche werden, welche früher von dem Zahnfleisch bedeckt waren. Dieses Vorschieben ist aber nicht mit einer Substanzvermehrung an dem untern Ende verbunden, sondern geschieht nur durch allmähliges Ausfüllen der Zahnhöhlen. Die Backzähne haben zwar an ihrem unteren Ende gewöhnlich vier Wurzeln, diese sind aber so kurz, daß sie im Vergleiche mit denen der Wiederkäuer kaum diesen Namen verdienen, und alle Zähne bestehen durchgängig aus den angeführten Substanzen, während bei den Zähnen der Fohlen, der Wiederkäuer, des Menschen ꝛc. an den Wurzeln die Schmelzsubstanz fehlt, diese daher schon ihrem anatomischen Baue nach durchaus unfähig sind, je als Reibefläche zu dienen. Daher haben wir auch gesagt, die Zähne des Pferdes haben keine unterscheidbaren Wurzeln, indem ihre von dem Zahnfleisch bedeckten Theile weder die mechanischen (den Hals) noch die anatomischen (Mangel der Schmelzsubstanz) Charactere einer solchen darbieten. Anm. d. Uebers.

welche zufälliger Weise in die Höhle in der der Kern befindlich ist, eindringt, nach und nach mit Elfenbeinsubstanz überzogen, und bleibt in der harten Masse des Stoßzahnes sitzen. Je mehr der Zahn sich vergrößert, desto mehr zieht sich der Kern zurück, und in demselben Verhältniß wird seine Stelle durch neue Ablagerungen von Elfenbein ersetzt.

Das junge Thier bekommt lange vorher, ehe es seine volle Größe erreicht hat, Zähne, und diese müssen nach gewissen, der Größe des Kiefers entsprechenden, Dimensionen gebildet werden, während dieser noch sehr klein ist. Da nun aber die Kinnladen während des Wachsthumes des Thieres sich vergrößern, indeß die in ihnen enthaltenen Zähne keine entsprechende Vergrößerung erleiden, so ist es nothwendig daß sie ausgeworfen werden, um andern von größeren Dimensionen, die nach einem größeren Modell gebildet wurden, Platz zu machen. Schon zu einer sehr frühen Periode des Fötuslebens wird für diese nothwendige Veränderung Sorge getragen. Die ersten Keime der menschlichen Zähne entstehen vier bis fünf Monate vor der Geburt, und sind in denselben Höhlen enthalten, in denen die Milchzähne befindlich sind, so daß ihre beiden Zahnsäckchen an einander anstoßen. Je mehr sich die Kinnlade vergrößert, desto mehr entwickeln sich die Zähne der zweiten Zahnreihe, verursachen durch ihren Druck die Aufsaugung der Wurzeln der Milchzähne, stoßen sie aus und nehmen ihre Stelle ein. *)

Da die Kieferbeine im Laufe ihres Wachsthums sich vornehmlich nach hinten ausdehnen, und der hintere Theil desselben vergleichungsweise größer ist als der vordere, oder Seitentheil, so können in diesem auch die größten Zähne entwickelt werden, welche daher bleibende Zähne sind. Die Backzähne aber, welche ganz zuletzt gebildet werden, sind wieder aus Mangel an Raum kleiner als die andern, und heißen Weisheitszähne, weil sie gewöhnlich nicht vor dem zwanzigsten Jahre zum Durchbruch

*) Rousseau hat gefunden, daß bei dem Meerschweinchen, und bei Capibara der erste Backzahn wenige Tage vor der Geburt ausfällt und durch einen bleibenden ersetzt wird. Siehe dessen Anatomie comparée du Système dentaire. p. 54.

kommen. *) Beim Neger aber, wo die Kinnbacken länger sind, haben auch diese Zähne Raum genug, um sich zu entwickeln, und sind deßwegen durchaus eben so groß, als die andern Backzähne.

Die Zähne der fleischfressenden Thiere sind wegen der Beschaffenheit der Nahrungsstoffe, mit denen sie in Berührung kommen, der Abreibung weniger ausgesetzt, als die der Thiere, welche von Körnern oder andern härteren vegetabilischen Substanzen leben; so daß ein einfacher Ueberzug von Schmelzsubstanz hinreicht, um sie für die ganze Lebenszeit des Thieres tauglich zu erhalten.

Bei manchen grasfressenden Thieren finden wir aber, daß während die vorderen Zähne durch das Geschäft des Kauens abgerieben werden, andere gebildet werden, welche von dem hinteren Theil des Kiefers vorwärts rücken um dieselben zu ersetzen. Dieß ist am auffallendsten der Fall bei dem Elephanten, und zugleich der Grund, warum bei diesem Thiere die Wurzeln eine gekrümmte Gestalt annehmen. Denn je mehr die vorderen Backzähne abgerieben werden, desto mehr werden die, hinter diesen befindlichen, durch das Wachsthum eines neuen Zahnes am hinteren Theil des Kiefers vorgeschoben. Dieser Hergang wiederholt sich immer, so daß so lange das Thier lebt, stets neue Zähne entstehen, deren jeder größer ist als sein Vorgänger. Eine ähnliche Art des Wiedererſatzes von Zähnen finden wir beim wilden Schwein, und in geringerem Grade auch beim äthiopischen Schwein. **) Diese Art der Zahnbildung scheint Thieren eigen zu seyn, die sehr lange leben, und sich von Pflanzenstoffen, die in großer Menge zähe Fasern enthalten, oder von andern sehr harten Substanzen nähren, zugleich aber zum Kaugeschäfte so große Zähne nöthig haben, daß der alte und neue Zahn nicht zugleich in dem Zahnfortsatze des Kiefers vorhanden seyn können.

Bei den Nagethieren ist ein anderes Auskunftsmittel getroffen, daß die meiselförmigen Schneidezähne lange Zeit im

*) Beim weiblichen Geschlecht oft erst im 27sten oder 28sten Jahre. Anm. d. Uebers.

**) *Home* Phil. Trans. for 1799, p. 337 und 1801, p. 319.

Gebrauche seyn können. Durch die beständige und heftige Abreibung welcher sie ausgesetzt sind, nutzen sie sich sehr schnell ab, und würden sehr bald verloren gehen, wenn die Natur nicht durch Verlängerung ihrer Wurzeln während des ganzen Lebens des Thieres dafür gesorgt hätte, dasselbe vor dem Verluste eines Organs zu bewahren, durch welches die Erhaltung seiner Existenz bedingt ist. Das Wachsthum dieser Zähne geht in derselben Art und nach denselben Principien vor sich, wie die ursprüngliche Bildung des bereits beschriebenen einfachen Zahnes; um aber dieß auszuführen, sind die Wurzeln dieser Zähne außerordentlich groß und lang, und ragen in die Kieferhöhle weit hinein, so daß sie eine eigens hiefür gebildete, große Zahnhöhle besitzen. Ihre Höhle ist stets mit einer gefäßreichen Masse angefüllt, von welcher eine immerwährende Secretion und Ablagerung von frischen Schichten sowohl von Schmelz, als Elfenbeinsubstanz bewirkt wird. Die Stoßzähne des Elephanten und Nilpferdes bieten dasselbe Phänomen eines beständigen und ununterbrochenen Wachsthums dar.

Beim Hay und einigen anderen Fischen wird derselbe Zweck auf eine verschiedene Weise erreicht. In jeder Kinnlade sitzen mehrere Reihen von Zähnen, aber nur eine einzige von diesen Reihen steht zu einer und derselben Zeitperiode hervor, um in Anwendung gebracht zu werden; die übrigen liegen niederer da, um jeden Augenblick bereit zu seyn, die aus gefallenen oder abgebrochenen zu ersetzen. Bei einigen Fischen schieben sich die Zähne in dem Verhältniß vor, in welchem sich die Kinnlade verlängert, oder die vorderen Zähne abgeworfen werden, so daß in dieser Thierklasse in der Art, wie die Zähne sich ersetzen, die größte Mannigfaltigkeit herrschend ist.

Die Zähne des Crocodils bestehen aus zugeschärften, hohlen, aus Elfenbein- und Schmelzsubstanz zusammengesetzten, Kegeln, und werden (wie man in Fig. 175 sieht) so erneuert, daß der neue Zahn in der Höhle desjenigen (B) gebildet wird, den er ersetzen soll, nicht aber wie bei andern Thieren in einer abgesonderten Höhle des Kiefers (C) entsteht. Je mehr sich dieser neue Zahn vergrößert, desto mehr drückt er gegen die Basis des andern

ältern, und bekommt, indem er sich in dessen Höhle einpaßt, dieselbe conische Gestalt, so, daß wenn der letztere ausfällt, er sogleich an dessen Stelle tritt und dessen Funktion vorsteht. Dieser Zahnwechsel findet zu verschiedenen Perioden des Lebens dieser Thiere statt, so, daß seine Zähne in jedem Lebensalter scharf und vollkommen sind.

Die Giftzähne der Schlangen stehen, wie die Haare der Nesseln, mit einem an ihrer Basis befestigtem Behältniß in Verbindung, in welchem ein giftiger Saft abgesondert wird, der durch den Druck des Zahnes in dem Augenblick, wo dieser die Wunde schlägt, ausfließt, und mittelst eines, in dem Zahne befindlichen, Kanales, der unweit der Spitze desselben eine feine Oeffnung hat, in die Wunde eingeführt wird. Jeder Giftzahn sitzt in einer starken knöchernen Zahnhöhle, und wird durch die eigenthümliche Art seiner Verbindung mit dem Knochen vorwärts getrieben, sobald die Kinnladen sich genugsam öffnen, so daß er sich aufrichtet. Da diese feinen scharfen Zähne verschiedenen Zufällen leicht unterworfen sind, so sind andere vorhanden, um, wenn sie zu Grunde gehen, ihre Stelle zu ersetzen. Es sind daher gewöhnlich zwei oder drei nicht ganz vollendete Giftzähne vorhanden, welche nur durch Weichtheile mit dem Oberkiefer in Verbindung stehen und nach und nach vorwärts rücken, um in die Zahnhöhle zu gelangen, in der der verloren gegangene Zahn sich befand. *)

Die Röhre, durch welche das Gift fließt, wird durch Zusammenfalten der Ränder einer tiefen Längenfurche gebildet, und erstreckt sich über den größeren Theil des Zahnes. An der Spitze und an der Basis des Zahnes stehen aber die Ränder aus einander, wodurch an beiden Enden desselben Oeffnungen gebildet werden, die der Giftflüssigkeit den Ein- und Ausgang verstatten. Diese Einrichtung hat T. Smith bei der Klapperschlange (Coluber naja, Cobra de Capello) **) entdeckt. Fig. 177 stellt den ausgewachsenen Zahn dieser Schlange dar, wo man an seinem

*) *Home* Lectures etc. I. 333.

**) Philosophical Transactions for. 1818, p. 471.

Bei den Gasteropoden trifft man bei einigen Gattungen der Blasenschnecken (Bulla) Magen an, welche mit kalkartigen Platten bewaffnet sind, die zum Schneiden oder zum Kauen eingerichtete Zähne haben. Die Bulla aperta hat drei Organe dieser Art, welche in das Innere des Magens dieses Thieres hineingerichtet sind. Aehnliche Organe finden sich bei Bulla lignaria. Bei Aplysia, der Giftkuttel, findet man diese Magenzähne in großer Anzahl vor.

Einen weit zusammengesetzteren Apparat derselben Art treffen wir bei den meisten Insecten an, welche zur Ordnung der Orthopteren gehören; ich werde aber gegenwärtig mich nicht in eine Beschreibung desselben einlassen, indem es zweckmäßiger erscheint, dieselbe dem allgemeinen Ueberblick über den Nahrungskanal der Insecten einzuverleiben, der der Gegenstand einer künftigen Betrachtung sein soll.

Die Bildung einer, im Innern des Körpers befindlichen, mechanischen Vorrichtung zum Zerkauen der Nahrungsstoffe, finden wir in noch größerer Ausdehnung bei den körnerfressenden Vögeln, wo dieselbe einen Theil des Magens selbst ausmacht und der eigentliche Magen derselben heißt. In Fig. 179 ist das Innere des Magens eines Schwanes dargestellt. Sowohl in Absicht auf Structur, als auch auf die Art seiner Wirkung, bietet dieses Organ eine treffende Analogie mit den Mahlsteinen einer Mühle dar. Der Magen der Vögel besteht aus zwei kräftigen halbcirkelförmigen Muskeln (G), die mit ihren flachen Seiten einander berühren und an ihren Rändern mittelst einer starken Sehne verbunden sind, die zwischen den beiden Oberflächen derselben einen freien Raum von ovaler oder viereckiger Gestalt übrig läßt. Die innere Fläche des Magens ist mit einer dicken und festen hornartigen Substanz ausgekleidet, welche, wenn der Magen in Thätigkeit gesetzt wird, gerade so wirkt, wie die rauhen Oberflächen zweier Mühlsteine. Bei den meisten Vögeln findet man zugleich einen Sack oder Behälter, welcher der Vormagen *) genannt wird (er ist bei C geöffnet

*) Roget setzt hier Craw, Kropf, der sich aber wesentlich vom Vormagen unterscheidet, bildet aber diesen ab, daher wir Vormagen setzen. Anm. d. Uebers.

dargestellt) in welchem das Futter gesammelt wird, um von da aus in kleinen Quantitäten, im Verhältniß wie dieser ausgeleert wird, dem Magen zugeführt zu werden. *) Dadurch wird die Analogie dieser organischen Einrichtung mit der künstlichen einer Kornmühle selbst bis auf das kleinste Detail hergestellt, denn während die flachen Oberflächen der Muskeln des Magens gleich Mühlsteinen wirken, ersetzt der Vormagen den Mühlrumpf, dessen Funktion die ist, das Korn zu veranlassen, daß es in kleinen Quantitäten in die Oeffnung des obern Mühlsteines falle, der es in die Sphäre der Bewegungen jener ersteren bringt.

Die Experimente, welche besonders von Reaumur und Spallanzani gemacht wurden, um die Kraft zu berechnen, welche der Magen der Vögel durch seinen Druck auf die in ihm enthaltenen Substanzen ausübt, sind unzählig. Glaskugeln, welche man Vögel mit dem Futter verschlingen ließ, werden schnell in Pulver verwandelt, dünne Röhren, welche man in den Magen einbringt, werden abgeflacht, und auf verschiedene Weise gebogen, ja man fand sogar, daß Spitzen von Nadeln und Lanzetten, die in Bleikugeln eingegossen in diese Mägen gebracht wurden, durch die Reibekraft derselben abgestumpft und abgebrochen wurden, während der innere Ueberzug dieser Organe nicht im Geringsten verletzt zu seyn schien. Diese Erfahrungen waren lange Zeit für die Physiologen ein Gegenstand der Verwunderung; sie gingen von Mund zu Mund und wurden mit passivem Staunen aufgenommen, bis John Hunter die Thätigkeit seines alles untersuchenden Geistes auch auf diesen Gegenstand lenkte, und zuerst von dem diesen Organen zu Grunde liegenden Mechanismus eine genügende rationelle Erklärung gab. Er fand, daß die Bewegungen der muskulösen Wände des Vogelmagens eine seitliche und zugleich cirkelförmige ist, so, daß der Druck den dieselben ausüben, obgleich er außerordentlich groß ist, doch

*) Die Magendrüsen, welche über den größten Theil der innern Oberfläche des Vormagens ausgebreitet sind, und welche eine Flüssigkeit ausscheiden, die dazu bestimmt ist, die Körner aufzuweichen, sieht man ebenfalls in diesem Theile der Abbildung dargestellt.

nahe zu in der Richtung der Ebene der Reibefläche geschieht, und niemals mit dieser perpendiculär ist. Die Kanten und Spitzen der scharfen Instrümente werden daher durch einen Seitendruck umgebogen oder abgebrochen, ohne daß sie auf die Reibeflächen direct zu wirken im Stande sind. Es ist indessen klar, daß diese Einwirkungen auf scharfe metallische Spitzen und Kanten durch den Magen der Vögel nicht ohne den Beistand anderer Hülfsmittel vor sich gehen können; dieser Beistand aber wird auf eine eben so eigenthümliche als erfolgreiche Art ausgeführt.

Wenn man den Magen eines Vogels öffnet, so findet man immer, daß er eine gewisse Menge von kleinen Theilen groben Sandes enthält, welche von dem Thiere verschlungen worden seyn müssen. Die natürlichste Erklärung, welche man für die Anwesenheit dieser Sandpartikelchen hat, ist die, daß der Magen sie zum Zerreiben des Futters braucht, und daß sie in der That bei diesem Geschäft die Zähne ersetzen. Spallanzani hat die Richtigkeit dieser Erklärung in Zweifel gezogen und behauptet, daß die Steinchen, welche man in dem Magen der Vögel findet, nur zufälliger Weise hineinkommen und von den Vögeln aus Thorheit verschluckt würden, indem sie dieselben für Körner hielten. Diese Ansicht wurde aber durch Fordyce und Hunter vollkommen genügend widerlegt, indem nach den Beobachtungen dieser beiden Pyhsiologen die gewöhnliche Ansicht richtig, daß bei allen Vögeln, welche starke Muskelmagen besitzen, die Anwesenheit dieser Steinchen zu einer vollkommenen Verdauung nothwendig ist. Eine größere oder geringere Anzahl derselben findet man in jedem Magen körnerfressender Vögel, wenn nämlich der Vogel Gelegenheit findet sich dieselben zu verschaffen; und niemals werden sie verschlungen, als wenn sie zu Unterstützung der Verdauung nothwendig sind. In dem Magen des Puters fand man einige Hundert und in dem der Gans zwei Tausend. Eine so große Anhäufung dieser Steine kann doch nicht das Werk des blosen Zufalles seyn. Sollte je der erwähnte Mißgriff der Vögel vorkommen, so könnte es nur dann seyn, wann Vögel Hungers sterben aus Manzel an Futter; dieß ist

aber selten der Fall. Man findet sogar, daß Küchelchen, welche durch künstliche Hitze ausgebrütet worden waren und die niemals durch das älterliche Thier angeleitet wurden, vermöge eines natürlichen Instinktes sich dazu angetrieben fühlten, die ihnen zur Nahrung und zu Unterstützung der Verdauung dienlichen Substanzen sich auszusuchen; und wenn man ihnen eine Mischung einer großen Quantität von Steinchen mit verhältnißmäßig wenig Futter gemischt vorsetzt, so werden sie die Körner herauspicken und mit denselben eine angemessene Menge kleiner Steine verschlucken. Den besten Beweis für den Nutzen dieser fremdartigen Substanzen kann man den Untersuchungen Spallanzani's selbst entnehmen, aus welchen hervorgeht, daß Körnerfutter in den Mägen der Vögel nicht verdaut wird, wenn es vor der Einwirkung der Reibeflächen geschützt ist.

Man kann daher nach der sehr richtigen Bemerkung von Hunter den Magen der körnerfressenden Vögel als ein paar Kinnladen ansehen, die sich erst die Zähne zum Zerkauen des Futters gelegenheitlich verschaffen. Der untere Theil dieses Magens besteht aus einem dünnen muskulösen Sack, dessen Thätigkeit darin besteht, das durch die Reibeflächen zermalmte Futter zu verdauen.

In der Structur der Magen verschiedener Vögelgattungen lassen sich beträchtliche Verschiedenheiten auffinden, die der verschiedenen Consistenz der Nahrungsstoffe, auf welche sie angewiesen sind, entsprechen. Beim Puter sind die beiden Muskeln, aus welchen der Magen besteht, von ungleicher Stärke, indem der der linken Seite bedeutend stärker ist, als der der rechten, so daß der eine eine geringere Kraft in seinen Bewegungen äußert, als der andere. Diese Muskeln haben, wenn sie in Thätigkeit gesetzt werden, eine doppelte Wirkung, der eine reibt immer indem er eine drehende Bewegung macht, während der andere in schiefer Richtung auf den Inhalt des Magens drückt. Da die Magenhöhle eine ovale Gestalt besitzt, und der Muskel nach außen hervorragt, so kommen die einander entgegengesetzten Seiten niemals mit einander in Berührung, und die in ihr enthaltenen Futterstoffe werden dadurch zerrieben, daß sie mit

harten Körpern in Berührung gebracht werden. Bei der Gans und dem Schwan dagegen ist die Höhle abgeflacht, und ihre Seitenränder sind außerordentlich dünn. Die an einander liegenden inneren Oberflächen berühren sich gegenseitig in ihren Krümmungen, indem eine concave Oberfläche immer mit einer convexen zusamenstößt, so daß auf der linken Seite die Concavität sich oben, auf der rechten Seite unten befindet. Der hornartige Ueberzug ist viel stärker und rauher als beim Puter, so daß das Futter mehr durch eine schleifende, als durch eine drehende Bewegung der sich entgegenstehenden Organe zermalmt wird, daher die Beihülfe harter gröberer Substanzen nicht mehr in dem Grade erforderlich ist. Diese Bewegung hat eine große Aehnlichkeit mit der der Backzähne der Wiederkäuer, bei welchen die Zähne der untern Kinnladen sich hin und her bewegen, während die der obern gegen das zwischen ihnen befindliche Futter drücken, und es durch diese eigenthümliche Art der Zerreibung zur Verdauung vorbereiten. *) **)

*) *Home* Phil. Trans. for 1810, p. 188.

**) Bell sagt in den mehrmals angeführten Zusätzen zu Paley über diesen Gegenstand folgendes noch hieher gehörige. „Ehe die Körner in den innern Kauapparat der Vögel gelangen, welcher den Magen derselben darstellt, werden sie in den Kropf gebracht, von diesem aus kommen sie nach und nach in den Vormagen, wie man den vor dem eigenthümlichen Magen befindlichen Theil nennt. Diese Höhle besitzt eine Menge kleiner Drüsen, welche eine Art Magensaft bereiten, der als eine zu Unterstützung der Verdauung nothwendige Flüssigkeit anzusehen ist.

Die untere Oeffnung des Magens, mittelst der er in den Gallendarm einmündet, verhält sich bei den verschiedenen Familien von Vögeln verschieden. Bei Vögeln, welche immer Futter im Ueberfluß haben, hat der Magen an seinem untern Ende keine Klappe, welche den Zweck hätte, dieselbe zurückzuhalten, so, daß ein großer Theil der Körner oder Saamen von welchen sie leben, unverdaut abgeht. Bei denjenigen Vögeln, welche von Fleisch leben, ist der Magen sehr wenig muskulös; die häutigen Wandungen desselben sind sehr dünn, und die Magendrüsen, welche die Verdauungssäfte absondern, sehr groß. Beim Falken und Geyer finden wir keinen zum Aufweichen dienenden Kropf, wie bei den Hausvögeln.

Obgleich der Unterschied zwischen körnerfressenden und fleischfressenden Vögeln bedeutend ist, so brachte es doch Hunter durch fortgesetzte Versuche dahin, fleischfressende Vögel zum Körnerfressen und körnerfressende zur Fleischnahrung zu bringen."

Zwischen den Verdauungsorganen der Vögel und den zusammengesetzten Magen mancher Thiere, namentlich der Wiederkäuer, von denen unten die Rede seyn soll, läßt sich eine genaue Parallele ziehen. Die Verdauungsorgane der Vögel zerfallen in den Kropf, den Vormagen und den Magen. Der Kropf

§. 6. Vom Schlingen.

Der wichtigste Zweck des Apparates, welcher die Nahrungsstoffe zur Verdauung tauglich zu machen hat, ist der, solche in einen breiartigen Zustand zu verwandeln, damit die chemische Wirkung des Magens auf dieselben erleichtert werde. Die festen Nahrungsmittel müssen deßhalb nicht nur einer mechanischen Zerreibung unterworfen, sondern auch in einem gewissen Verhältnisse mit Flüssigkeit vermischt werden. Alle Thiere, welche ihr Futter kauen, sind daher mit Organen versehen, welche eine Flüssigkeit ausscheiden, die man Speichel nennt, und die sich so nahe als möglich in der Gegend der Reibefläche der Zähne ergießt. Diese Organe sind Drüsen, welche eine Lage haben, vermöge deren sie durch die Wirkung der Muskeln, welche die Kinnlade bewegen, zusammengedrückt werden, und daher gerade zu der Zeit, wann das Futter gekaut wird, die Flüssigkeit, welche sie secerniren, in größter Menge ergießen. Der Speichel enthält eine große Menge

und Vormagen sind Aufweichungs- und Einspeichelungsorgane, der Magen der körnerfressenden Vögel ist ein Kauorgan, und vom Gallendarm an sind bei diesen erst die eigentlichen Verdauungsorgane zu rechnen. Der Kropf und Vormagen entspricht also dem Panzen und der Haube der Wiederkäuer, während im Magen dasjenige geschieht, was bei den Wiederkäuern durch das Wiederkauen und den Psalter bewirkt wird, und der Gallendarm das übrige Verdauungsgeschäft über sich nimmt. In früheren Lebensperioden scheint bei allen Vögeln der Magen häutig zu seyn, und erst später sich zu entwickeln; wenigstens findet man bei jungen Thieren dieser Art nur schwach verstärkte Wandungen, die nachher zu Muskeln werden. Die Tauben secerniren während der Zeit der Auffütterung ihrer Jungen eine Art Milch in ihrem Kropf, womit sie die Jungen füttern. Die Aehnlichkeit mit den Säugethieren und namentlich mit den Wiederkäuern, wo sich der letzte Magen (Laabmagen) während der Milchfütterung allein entwickelt und die andern zurückbleiben, ist unverkennbar. Ich fütterte deßhalb zwei Tauben groß, die eine mit Milch, die andere mit Körnern, und da ergab sich folgendes. Bei der ersten Taube, welche mit Milch gefüttert wurde, zeigte sich der Kropf und Vormagen größer, die Schleimhaut war dichter und ausgebildeter, die Wände des Magens waren ziemlich muskulös, allein die Muskeln desselben waren schlaff und weich, und die innere Haut desselben war nicht pergamentartig hart, sondern schleimhautähnlich weich. Bei dem zweiten Thiere hingegen zeigte sich, daß der Kropf und Vormagen kleiner, die Schleimhaut aber viel zarter war, und der Magen sehr starke, dem einschneidenden Messer widerstehende Muskeln hatte. Die innere Haut des Magens war fest, fast knorpelartig, und ganz so wie man sie im gesunden Zustande bei körnerfressenden Vögeln findet.

Siehe meine Abhandlung: „Ueber die zusammengesetzten Magen verschiedener Thiere, welche als Inauguraldissertation unter dem Präsidium des H. Prof. W. Rapp im December 1832 der öffentlichen Prüfung vorgelegt wurde. Tübingen, gedruckt bei L. F. Fues 1833." Anm. d. Uebers.

Wasser, verbunden mit einigen Salzen und etwas thierischer Materie. *) Sein Nutzen besteht nicht nur darin, die Nahrungsstoffe aufzuweichen, sondern auch den Weg, mittelst dessen sie dem Magen zugeführt werden, schlüpfrig zu machen, und die Quantität, in welcher er abgesondert wird, steht immer in Verhältniß mit der Beschaffenheit der Nahrungsmittel, dem Grade der mechanischen Zerkleinerung den sie nöthig haben, und der Art und Weise, auf welche sie hinabgeschlungen werden. Bei Thieren, welche von vegetabilischen Substanzen leben, die eine vollkommenere Aufweichung bedürfen, sind die Speicheldrüsen größer und in größerer Anzahl vorhanden, als bei denjenigen, welche Fleischnahrung zu sich nehmen. Bei den Nagethieren sind sie besonders groß, weil diese sich von harten Substanzen ernähren, die am meisten Zerkleinerung erfordern, und wir finden, daß bei diesen Thieren die größten Quantitäten von Speichel den Schneidezähnen gegenüber ergossen werden, weil diese vornehmlich zum Zerkleinern harter Stoffe angewandt werden. Bei den Vögeln und Reptilien, von welchen man nicht wohl sagen kann, daß sie ihr Futter kauen, sind die Speicheldrüsen vergleichungsweise klein. Ausnahmen von dieser Regel kommen bei denjenigen Familien vor, welche von Pflanzenstoffen leben, bei denen daher diese Drüsen von beträchtlicherem Umfang sind. **) Die Fische sind mit keinem Organe dieser Art versehen, und kauen auch ihr Futter nicht. Bei den Cetaceen fehlen die Speicheldrüsen ebenfalls. Bei den zu den Cephalopoden und Gasteropoden gehörigen Mollusken finden wir Speicheldrüsen von beträchtlicher Größe. Die Insecten und Anneliden haben im Allgemeinen Organe, deren Verrichtung jener der Speicheldrüsen analog zu seyn scheint.

Das Hinabgleiten der Nahrungsmittel durch den Schlund wird noch weiter durch schleimartige Secretionen vermittelt, welche durch eine Menge Drüsen, die über die ganze innere Oberfläche desselben

*) Der Speichel des Menschen enthält Speichelstoff 0,29, — Schleim 0,14, — Osmazom mit milchsaurem Natron 0,09, — Natron 0,02 — Chlorkalium und Chlornatrium 0,17, — Wasser 99,29. Berzelius (Schw. 10, 492).
Anm. d. Uebers.

**) Die große Speicheldrüse des Spechtes sieht man bei S Fig. 166.

verbreitet sind, ausgeschieden werden. Das Kameel, welches dazu gebaut ist, trockene und sandige Wüsten zu durchlaufen, in denen sowohl die Athmosphäre als auch der Boden durch die Sonnenhitze ausgedorrt ist, besitzt hinter seinem Gaumensegel eine Vertiefung, in der viele Drüsen einmünden, die eine Flüssigkeit absondern, mittelst welcher der Schlund immer feucht und schlüpfrig erhalten wird.

Gleich wie wir gesehen haben, daß die Zähne ganz nach Maßgabe ihrer Wirkung auf die ihnen dargebotenen Futtergattungen sich verändern, so können wir ähnliche Veränderungen in Absicht auf Gestalt und Structur an dem Organe wahrnehmen, welches den Zweck hat, die Nahrungsmittel vom Munde in den Magen zu bringen. Wird das Futter ganz, oder mit wenigen Veränderungen verschlungen, so bildet der Schlund einen Kanal, der einer sehr großen Erweiterung fähig ist. Dieß ist der Fall bei vielen fleischfressenden Vögeln und besonders bei denjenigen, welche sich von Fischen nähren, wo die bedeutende Geräumigkeit dieses Organes dem Vogel erlaubt, einen großen, ganz verschlungenen Fisch, so lange aufzubewahren, bis er in den Magen gelangen kann. Blumenbach erzählt uns, daß eine Rothgans (Anas bernicla), welche er mehrere Jahre hindurch lebend besaß, kleine Knochen von drei bis vier Zoll Länge verschlingen konnte, so daß nur die untern Enden derselben den Magen erreichten und verdaut wurden, während ihre oberen Enden in die Speiseröhre hervorragten, und nach und nach hinabstiegen, je nach dem die Verdauung vor sich gieng. Bei Schlangen, welche oft Thiere verschlingen, die größer sind, als sie selbst, ist sowohl der Schlund als auch die Speiseröhre einer großen Erweiterung fähig, und die Nahrungsstoffe verweilen lange in denselben, ehe sie die Verdauungshöhle erreichen. Die Seeschildkröten haben ebenfalls einen sehr geräumigen Schlund, dessen innere Oberfläche mit zahlreichen, starken und scharfen Fortsätzen besetzt ist, deren Spitzen gegen den Magen hingerichtet sind. Diese haben offenbar den Zweck, das Zurückgleiten der Nahrungsmittel in den Mund zu verhüten. Thiere, welche die Gewohnheit haben, zu grasen, und daher ihren Kopf während

sie fressen nahe auf dem Boden halten müssen, haben einen langen, mit dicken muskulösen Wänden versehenen Schlund, der eine bedeutende Stärke besitzt, um das Futter gegen seine eigene Schwere dem Magen zuzuführen.

§. 7. Von den zur Aufbewahrung des Futters bestimmten Höhlen.

In vielen Fällen sind Einrichtungen vorhanden, die die Bestimmung haben, das unverdaute Futter, statt es unmittelbar dem Magen zuzuführen, in Behältnissen aufzubewahren, welche in verschiedenen Theilen des Mundes oder des Schlundes angebracht sind. Diese Behältnisse haben im Allgemeinen den Zweck, Vorräthe von Nahrungsmittel zum Behufe eines künftigen Verbrauches aufzunehmen. Manche Säugethiere sind hiezu mit Backentaschen versehen; so verhält es sich bei manchen Affen- und Pavianarten, und beim Hamster (Mus cricetus). Die Canadaratte (Mus bursarius zur Gruppe Geomys Rafinesque gehörig) hat ungeheure Backentaschen, welche, wenn sie von Futterstoffen ausgedehnt sind, den Kopf an Größe übertreffen. Das Schnabelthier (Ornithorhynchus) hat ebenfals kleine Backentaschen. Das Palmeichhorn (Sciurus palmarum) ist gleichfalls mit einer Tasche versehen, in der es einen Vorrath von Nahrungsmitteln beherbergen kann. Eine merkwürdige Erweiterung in dem unteren Theile der Mundhöhle und des Schlundes, die ähnlichen Zwecken entspricht, treffen wir beim Pelican an; einem Vogel, der im Hin- und Herwerfen von Fischen, die er in seinen Schnabel aufgenommen hat, eine große Gewandtheit zeigt, und dieselben so lange umherwirft, bis er sie in die zum Verschlingen taugliche Lage gebracht hat. Der Wallfisch hat ebenfalls einen Behälter dieser Art von ungeheurer Größe, der sich von der Maulhöhle an auf eine beträchtliche Strecke unter den Körper erstreckt. *)

*) Roget führt für diese auffallende Angabe keinen Gewährsmann an, und ich finde sie weder in der neuen Ausgabe von *Cuvier's* Leçons d'anatomie comparée noch in Meckels System der vergleichenden Anatomie bestätigt, es bleibt also die Richtigkeit derselben dahingestellt. Anm. d. Uebers.

Aehnlich in Absicht auf ihren Nutzen sind diesen Erweiterungen die Taschen, welche sich an der Speiseröhre einiger Vögel befinden, und die man Kropf nennt. Bei den meisten von Körnerfutter lebenden Vögeln, ist der Kropf ein geräumiger kugelförmiger Sack, der an dem vorderen Theile der Speiseröhre sitzt und auf der Gabel (Furcula) aufliegt. Der Kropf des Papagey's ist in Fig. 180 bei C abgebildet. S ist der mit vielen kleinen Drüsen besetzte Vormagen, und G der Magen dieses Vogels. Die innere Oberfläche des Kropfes ist mit zahlreichen Drüsen versehen, welche eine hinreichende Menge von Flüssigkeiten enthalten, die zur Aufweichung und Maceration des trockenen und harten Körnerfutters dienen, welches zu diesem Behufe längere Zeit in demselben zurückbleibt. Viele Vögel ernähren ihre Jungen mit dem in dem Kropf enthaltenen Futter, und daher vergrößern sich zu den Jahreszeiten, wo dieß geschieht, jene Drüsen bedeutend, und sind in Bereitung dieser eigenthümlichen Secretionen außerordentlich thätig. Dieß ist besonders der Fall bei den Tauben, welche statt eines einzigen Sackes an ihrem Kropfe mit zweien versehen sind, die an den beiden Seiten des Schlundkopfes liegen. Die Kropftaube kann diese Säcke mit Luft anfüllen, so daß sie dem Kropf ein aufgeblasenes Ansehen geben kann, woher sie auch ihren Namen hat. Die Raubvögel haben durchgängig kleine Kröpfe, weil sie für ihre Nahrung keine vorhergängige Aufweichung bedürfen. Nur der Geier, welcher große Quantitäten von Fleisch auf eine Mahlzeit zu verschlingen gewohnt ist, hat einen Kropf von beträchtlicher Größe, der, wenn er angefüllt ist, an der Brust bedeutend hervorragt. Vögel welche von Fischen leben, haben wahrscheinlich wegen der beträchtlichen Weite ihres Schlundes keine besonderen Erweiterungen dieser Art, sondern können eine große Menge Futterstoffe in diesem Organe aufbewahren, so daß ein Kropf entbehrlich wird. Der untere Theil des Schlundes scheint bei diesen Thieren in der That einem Kropfe zu entsprechen, und auf die Nahrungsstoffe auf eine Weise lebensthätig einzuwirken, daß man diesen Theil des Schlundes als ein vorbereitendes Verdauungsorgan betrachten kann.

VII. Capitel.

Von der Verdauung.

Alle Substanzen, seyen sie welcher Art sie wollen, müssen nothwendiger Weise, sobald sie als Nahrungsmittel in die Magenhöhle aufgenommen sind, vielfachen Veränderungen in Absicht auf ihre chemische Zusammensetzung unterworfen werden, ehe sie fähig sind in die allgemeine Masse der circulirenden Flüssigkeiten aufgenommen zu werden. Die Größe dieser Veränderungen steht aber in geradem Verhältniß mit den Eigenschaften der Nahrungsstoffe in ihrem rohen und assimilirten Zustand. Die Verwandlung vegetabilischer Nahrungsmittel in thierische Materie erfordert eine beträchtliche Modifikation in diesen Eigenschaften, besonders, da selbst thierische Nahrungsmittel, welche doch nach der chemischen Zusammensetzung ihrer Theile dem Körper, den sie ernähren sollen, so ähnlich sind, immerhin gewisse Prozesse der Entmischung und Wiedervereinigung durchlaufen müssen, ehe sie genau in den Zustand der chemischen Verbindung gebracht werden können, in welchem sie fähig sind, das System des lebenden Körpers zu erhalten.

Die vorbereitenden Veränderungen, deren Betrachtung bereits unsere Aufmerksamkeit gefesselt hat, bestehen vornehmlich darin, daß die Nahrungsstoffe in eine weiche Masse verwandelt werden, daß die einzelnen Partikel derselben auf eine mechanische Weise getrennt, und mit den in der Mundhöhle ergossenen Flüssigkeiten, auf das Innigste vermischt werden — lauter Einwirkungen, die man ganz der Mechanik des Organismus zuschreiben kann. Die ersten wesentlichen Veränderungen, die auf chemische Weise vor sich gehen, geschehen erst in der Magenhöhle, wo jene weiche Masse in einen Brei verwandelt wird, welchen man Speisebrei (chymus) genannt hat; und der Hergang,

durch welchen die erste Stufe der Assimilation der Nahrungsmittel hervorgebracht wird, ist die eigentliche Verdauung.

In der anatomischen Structur des Magens kann man gar nichts entdecken, was auf die Erzeugungsart der Mittel, welche auf diese merkwürdige chemische Veränderung der in ihm enthaltenen Material hinwirken, irgend einen Einfluß hätte. Der Magen ist bei den meisten Thieren ein einfacher Sack, der aus mehreren Membranen besteht, welche dünne Lagen von Muskelfasern enthalten, außerordentlich reichlich mit Blutgefäßen und Nerven versehen sind, und in einigen Fällen Gebilde enthalten, die dem Drüsensystem angehören. Der menschliche Magen hat von allen andern beinahe die einfachste Form; er gleicht einem ziemlich großen einfachen Sack, der, wenn wir das Gleichniß brauchen dürfen, in seiner Form manche Aehnlichkeit mit einem Dudelsacke hat. An diesem Sack sind zwei Oeffnungen, deren eine obere, dem Schlunde zugekehrte, der Magenmund, die andere, dem Gallendarm zugekehrte, der Pförtner heißt. An dem Pförtner ist der Durchmesser desselben sehr verkleinert, indem die innere Membran, die Schleimhaut der Magens, hier eine Falte bildet, die von einer cirkelförmigen Binde von Muskelfasern umgeben ist, wodurch eine Art von Schließmuskel entsteht, der im Stande ist, die untere Oeffnung des Magens während der Verdauung gänzlich zu verschließen.

So weit man die chemischen Agentien erkennen kann, welche bei der Verdauung mitwirken, so ist dasjenige, was vornehmlich darin thätig ist, eine von den Wandungen des Magens secernirte Flüssigkeit, die man den Magensaft genannt hat. Diese Flüssigkeit hat bei jedem Thiere die merkwürdige Eigenschaft, alle Substanzen, welche die natürliche Nahrung der betreffenden Thiergattung ausmachen, aufzulösen, während sie dagegen nicht im Stande ist, bei anderen Arten von Nahrungsstoffen dasselbe zu bewirken. Man hat dieß aus den Thatsachen geschlossen, welche der unermüdliche Naturforscher Spallanzani uns durch seine vielfältigen Untersuchungen geliefert hat, aus welchen hervorgeht, daß nach unzähligen Versuchen hierüber, der aus dem Magen genommene und in gläsernen Gefäßen unter der dem

Thiere eigenthümlichen Temperatur aufbewahrte Magensaft Veränderungen hervorbringt, wie sie sonst durch natürliche Verdauung bewirkt werden *). Bei Thieren, welche von Fleischnahrung leben, fand man, daß der Magensaft nur thierische Substanzen auflöste und auf Pflanzenstoffe keine Wirkung äußerte, während im Gegentheil der, den man von grasfressenden Thieren nahm, Gras und andere vegetabilische Substanzen auflöste, ohne das Fleisch auch nur im geringsten zu verändern; bei den Thieren aber, die wie der Mensch, sich sowohl von Fleisch als von Vegetabilien nähren, vermag er beide Arten von Nahrungsstoffen aufzulösen. Eine so genau berechnete Anwendung und Benützung der chemischen Kräfte auf ein Auflösungmittel, das bei den verschiedenartigsten Thieren zur Verwandlung des Futters verwandt wird, zeigt uns auf das deutlichste die Sorgsamkeit der Natur, und die verfeinerte Chemie, die sie zu Erreichung ihrer verschiedenen Zwecke angewandt hat.

Im Magen vieler Thiere, so wie auch in dem des Menschen, kann man unmöglich mit Genauigkeit angeben, durch welches besondere Organ die Secretion des Magensaftes vermittelt wird; wo aber die Structur des Magens eine zusammengesetztere ist, kann man eine Anzahl von drüsenartigen Körpern entdecken, die über verschiedene Theile der innern Membran desselben verbreitet sind. Die Art wie diese Organe, welche man Magendrüsen nennt, vertheilt sind, ist bei verschiedenen Thieren verschieden. Gewöhnlich trifft man sie in der größten Zahl, und

*) Die Richtigkeit dieser Folgerung wurde unlängst durch De Montegre bestätigt, dessen Angaben über die Wirkung des Magensaftes der Thiere außer dem Körper zwar nicht mit denen Spallanzani's übereinstimmen; aber die Verschiedenheit der Umstände, unter welchen seine Untersuchungen gemacht wurden, ist hinreichend, um die Abweichung in den Resultaten zu erklären, zumal, da die Versuche De Montegre's die allgemeinen oben angegebenen Thatsachen, welche nicht nur aus den Versuchen Spallanzani's, sondern auch aus denen von Reaumur, Stevens, Leuret und Lassaigne hervorgehen, nicht im Geringsten widerlegen.

Siehe *Alison's* Outlines of Physiology and Pathology, p. 170.

oft haufenweise an einander gereiht in der Gegend des Magenmundes an. Häufig sind sie mit Drüsen anderer Art vermischt, welche schleimartige Flüssigkeit bereiten, die dazu dient, die so empfindlichen Wände des Magens von verletzenden Eindrücken von Außen zu beschützen. Diese letzteren nennt man Schleimdrüsen. Sie sind häufig so beschaffen, daß sie ihren Inhalt in kleine Zwischenhöhlen oder Säcke ergießen, welche man Schleimbeutel (folliculi) nennt, in denen die Flüssigkeit aufgesammelt wird, ehe sie in die Magenhöhle sich entleert. Die Magendrüsen der Vögel sind größer, und leichter zu sehen, als die der Säugethiere. Unabhängig von denjenigen Drüsen aber, welche dem Magen selbst angehören, findet man zugleich bei allen Vögeln an dem Ende des Schlundes ein großes drüsenähnliches Organ, welches der Vormagen (bulbus glandulosus) genannt wird. Beim Strauß ist dieses Organ so groß, daß es aussieht, wie ein eigener Magen. Eine Ansicht der inneren Oberfläche des Magens vom afrikanischen Strauß ist in Fig. 181 gegeben. C ist der Vormagen, dessen Wände mit zahlreichen kleinen Drüsen austapezirt sind, und G G sind die beiden muskulösen Hälften des eigentlichen Magens. Bei Figur 182 sieht man eine dieser Drüsen vergrößert. Der Biber hat ebenfalls solche Magendrüsen. Bei Vögeln, welche von vegetabilischer Nahrung leben, sind die Magendrüsen offenbar von den entsprechenden Drüsen der Raubvögel in Absicht auf ihre Structur verschieden; da aber anatomische Einzelnheiten den physiologischen Zweck dieser Organe für die Verdauung in nichts weiter erklären, so übergehe ich sie, als Gegenstände, die unsern gegenwärtigen Untersuchungen fremd sind. *)

Für die vollkommene Vollführung des Geschäftes der Verdauung ist es wesentlich, daß jeder Theil des in den Magen aufgenommenen Futters der Einwirkung des Magensaftes aus-

*) Diese Structurverschiedenheiten sind mit größter Sorgfalt bis ins Einzelne von Sir E. Home untersucht worden, der die Resultate seiner Untersuchungen in einer Reihe von Abhandlungen mittheilte, die von Zeit zu Zeit der Royal Society vorgelesen, und in deren Transactions bekannt gemacht wurden.

gesetzt werde. Es ist deswegen dafür Sorge getragen, daß jeder Nahrungstheil nach und nach mit der inneren Oberfläche dieses Organes in Berührung gebracht werde. Die Wände des Magens sind zu dem Ende mit Muskelfasern versehen, welche ihn zum Theil der Länge nach, zum Theil in schiefer Richtung und zum Theil cirkelförmig umgeben, so daß die schiefen Fasern einen spiralförmigen Verlauf haben **). Wenn eine größere Anzahl dieser Muskelfasern zusammen in Thätigkeit gesetzt wird, so üben sie auf den Inhalt des Magens einen beträchtlichen Druck aus, einen Druck, der sonder Zweifel dahin wirkt, die auflösenden Eigenschaften des Magensaftes zu unterstützen. Wirken verschiedene Theile dieser muskulösen Haut hinter einander, so treiben sie die Nahrungsstoffe von einem Theile zu dem andern hin, und vermitteln so die gleichmäßige Vermischung derselben mit dem Magensafte. Man findet häufig, daß während der Verdauung die mittleren Querbündel der Muskelhaut sich stärker zusammenziehen als die übrigen und ziemlich lange Zeit zusammengezogen bleiben. Der Zweck dieser Einschnürung ist wahrscheinlich der, den Magen in zwei Höhlen abzutheilen, deren jede auf die in ihr vorhandenen Nahrungsmittel auf eine eigenthümliche Art einwirkt; und häufig finden wir auch, daß die beiden Hälften des Magens bedeutende Structurverschiedenheiten zeigen, so daß man leicht auf die Annahme hingeleitet wird, daß ihre Funktionen auch in gewisser Art verschieden seyen.

Während der Verdauung wird der Austritt der Nahrungsstoffe aus dem Magen in den Gallendarm durch den durch seine Kreismuskeln geschlossenenen Pförtner verhindert. Es liegt auf der Hand, daß das Futter, um vollkommen verdaut zu werden, einige Zeit in dem Magen bleiben muß, und die Verschließung des Pförtners scheint eines der darauf hinwirkenden Mittel zu seyn. Ein anderes hierauf bezügliches Moment ist, daß der Magensaft die Eigenschaft besitzt, jede animalische oder vegetabilische Flüssigkeit die einer Coagulation fähig ist zu coaguliren. Dieß ist z. B. der Fall mit dem Eiweiß. Das Weiße eines Eies,

*) Siehe den ersten Band Seite 94.

welches beinahe ganz aus Eiweisstoff besteht, gerinnt sehr schnell, wenn es in den Magen gebracht wird; eben so verändert sich die Milch, welche durch die im Magen abgesonderten Flüssigkeiten sogleich zum Gerinnen gebracht wird. Diese Einwirkungen des Magensaftes gehen aber vor sich, ohne daß eine Säure zugegen wäre. *) Der Zweck dieser Verwandlung vom flüssigen Zustand in einen festeren scheint der zu seyn, die Nahrungsstoffe eine Zeit im Magen zurückzuhalten, wodurch eine vollkommenere Einwirkung der Verdauungskräfte dieses Organes vermittelt wird. Diejenigen Flüssigkeiten, welche schnell durch den Magen durchgehen und daher der längern chemischen Einwirkung desselben entgehen, werden deswegen auch, sie mögen an und für sich so nahrhaft seyn, als sie wollen, nur unvollkommen verdaut, und bieten deßhalb dem Körper sehr wenig Nahrungsstoff dar. Dieß ist der Fall bei Oelen, Gallerte und allen sehr verdünnten Nahrungsmitteln **). Hunter versichert, daß die Fähigkeit

*) Dieß ist unrichtig, denn alle Mägen im eigentlichsten Sinn des Worts (wir verstehen darunter, alle einfachen Mägen und den Laabmagen der Wiederkäuer) enthalten entweder wirklich nachweisbare Säure, oder reagieren doch auf Lackmuspapier sauer; so verhält es sich nach Tiedemann und Gmelin bei den Mägen jeder der vier oberen Thierklassen; wir geben hier nur die Analyse des menschlichen Magensaftes nach Prout: Freie Salzsäure, 0,06 — 0,05, — an Ammoniak gebundene Salzsäure 0,00 — 0,16, — an Kali und Natron gebundene Salzsäure 0,13 — 0,12. — Auch enthält er freie Essigsäure (Phil. Trans. 1824, 45.) Anm. d. Uebers.

**) Eine Diät, welche aus zu großen Quantitäten von flüssigen Stoffen besteht, kann, da sie durch den Magensaft nicht gehörig coagulirt wird, selbst wenn sie noch so viel Nahrungsstoff enthält, nicht in gehörigem Maaße auf dieses Organ einwirken um recht verdaut zu werden, und pflegt daher dem Körper nicht nur wenig Nahrung darzubieten, sondern kann auch für die Lebensverhältnisse des Nahrungskanales schädlich seyn. Suppen sind daher niemals so nahrhaft, wenn sie allein genossen werden, als wenn sie in bestimmten Verhältnissen mit fester Nahrung verbunden sind, so daß die Nahrungsstoffe lange genug im Magen bleiben um gehörig verdaut zu werden. Ich bin zu dieser Behauptung nicht blos durch die Theorie, sondern zugleich durch eine Beobachtung gekommen, welche ich im Jahre 1823 bei den Gefangenen in dem Milbank Penitentiary machte, wohin ich mit Dr. Latham abgesandt wurde, um über den Krankheitszustand dieses Gefängnisses, wo eine scorbutische Ruhr ausgebrochen

aufgenommene Stoffe zu coaguliren den Mägen eines jeden Thieres, welches er untersuchte, von den vollkommensten an bis zu den Reptilien hinab, eigenthümlich ist*) Sir E. Home hat bei seinen Untersuchungen dasselbe Resultat erhalten, und behauptet, daß diese Fähigkeit von dem Secrete der Magendrüsen herrührt, welche dieses über die Membranen des Magens ergießen. **)

Der Magensaft hat zugleich die merkwürdige Eigenschaft, der Fäulniß entgegenzuwirken. Dieß ist besonders für Thiere welche von Aas leben ein Umstand von größter Wichtigkeit; denn sonst könnten diese Geschöpfe nicht aus einem Material, das durch die Entmischung seiner Bestandtheile ein Gift in den Kreis ihres Lebens brächte, welches bald dem Bestehen ihres Organismus ein Ende machen könnte, ein taugliches Nahrungsmittel beziehen.

Es scheint, als ob die ersten Veränderungen, welche durch die Verdauung hervorgerufen werden, vornehmlich an dem gegen den Magenmund zu liegenden Ende des Magens vor sich giengen, und daß die Futtermasse erst nach und nach dem

---

war, mein Gutachten zu geben und über die Ursache dieser Epidemie Untersuchungen anzustellen. Unter den Ursachen, welche dazu beitrugen, diese furchtbare Krankheit zu erzeugen, war eine der hervorstechendsten wie es schien, eine ärmliche Diät, welche aus einer ziemlich großen Quantität von Suppen bestund, von welchen die Gefangenen acht Monate lang leben mußten. Eine gute Abhandlung über diese Krankheit hat uns Dr. Latham gegeben und unter dem Titel: „An Account of the disease lately prevalent in the General Penitentiary. London 1825" herausgegeben.

Diese ganze Darstellung scheint etwas gezwungenes zu haben, denn Eiweiß' Gallert, Fette, Suppen, Bier ꝛc. sind, wie die tägliche Erfahrung beweist, sehr nahrhafte Substanzen, und daß Gefangene von elenden Suppen krank werden beweist nichts dagegen. Es giebt in Deutschland Gegenden, wo der gemeine Mann von nichts als von Bier und Suppe mit verhältnißmäßig wenig Brod lebt, und dabei gesund und kräftig ist. Die Verdauung ist auch schwerlich von mechanischen Verhältnissen so sehr abhängig, als Roget will.

Anm. d. Uebers.

*) Observations on the Animal Oeconomie, p. 172.

**) Phil. Trans. for 1813 p. 96.

Pförtner zugetrieben werde, so daß der Verdauungsprozeß immer mehr fortschreitet, je mehr die Nahrungsstoffe gegen das untere Magenende herabsteigen. Durch Untersuchungen an Kaninchen hat man gefunden, daß Futterstoffe, welche zuletzt in den Magen gebracht wurden, sich immer von denen verschieden zeigten, welche vorher in ihm waren und schon einige Veränderung erlitten hatten. Das neue Futter kommt in den Mittelpunkt der bereits im Magen vorhandenen Futtermasse zu liegen, so daß es erst dann mit den Wandungen dieses Organs in Berührung gebracht und der Verdauung unterworfen wird, wenn das vorher Verschluckte gehörig verdaut worden ist. *)

Da thierische Nahrung eine geringere Veränderung zu erleiden hat, als vegetabilische Materie, so finden wir, daß die Mägen aller blos von Fleisch lebenden Thierfamilien, nur aus einem häutigen Beutel bestehen, was die einfachste Gestalt ist, die dieses Organ annehmen kann. In andern Fällen aber hat, wie wir bereits gesehen haben, der Magen eine Scheidewand, wodurch er in zwei Hälften getrennt wird; oft geschieht diese Trennung nur durch eine leichte Zusammenziehung seiner Wände, ein Zustand, in welchem nach der Bemerkung Sir Everard Home's, sich zuweilen der menschliche Magen befindet, während bei andern Thieren dieser Zustand stationär und der Natur dieses Organes eigenthümlich ist. Die Nagethiere bieten manches Beispiel von größeren oder geringeren Abtheilungen ihrer Magenhöhle in zwei Hälften dar, und zwar so, daß auch in der Structur der Häute dieser beiden Hälften Verschiedenheiten bemerklich sind. So verhält es sich bei der kleinen Haselmaus, dem Biber, in gewisser Art auch beim Hasen und Kaninchen und beim Klipdar (Hyrax capensis). Der obere, an den Magenmund gränzende Theil der innern Oberfläche des Magens ist oft mit einer Oberhaut überzogen, während dieß bei dem unteren Theile nicht der Fall ist. Am deutlichsten ist dieß an den Mägen der einhufigen Thiere zu sehen. Der Magen des Pferdes ist noch überdieß an dem obern Magen-

*) Siehe Dr. *Philip's* Experimental Enquiry into the Laws of the vital Functions 3d edition, p. 122.

munde im Innern mit einer spiralförmigen Hauptfalte versehen, welche eine vollständige Klappe bildet, die den Eingang der Speisen in den Magen von dem Schlunde aus nicht verhindert, aber den in dem Magen enthaltenen Stoffen den Rückweg in die Speiseröhre vollkommen verschließt. *)

Der Magen der Wasserratte besteht aus zwei unterscheidbaren Höhlen, welche mittelst eines schmalen Ganges mit einander in Verbindung stehen; die erste dieser Höhlen ist mit einer Oberhaut austapezirt, und hat offenbar den Zweck, das Futter aufzuweichen, ehe es der Einwirkung der Säfte unterworfen wird, welche dazu bestimmt sind, die Verdauung zu vollführen. Der eigentliche Verdauungsprozeß wird wahrscheinlich erst in der zweiten Höhle ausgeführt, welche zu diesem Zweck eine mit Drüsen besetzte innere Oberfläche hat.

Je schwieriger und complicirter der Verdauungsproceß wird, desto größer ist die Vielfältigkeit der Formen in dem Verdauungsapparate, so daß der Magen in eine große Anzahl von Höhlen abgetheilt wird, deren jeder wahrscheinlich ein ihr eigens zukommendes Geschäft zugetheilt ist, wodurch eine gemeinschaftliche Wirkung zu Stande kommt. Man kann durch eine lange Reihe von Säugethieren eine Gradation in dieser Hinsicht ziehen, wie das Nabelschwein, das Stachelschwein, das Nilpferd, wo wir zwei bis drei zur Verdauung bestimmte Höhlen finden. An diese reiht sich das Känguruh an, welches einen unregelmäßigen, aus einer Menge Zellen bestehenden Magen besitzt, in welchem das Futter wahrscheinlich durch mehrere vorbereitende Processe hindurchgeht. Weit zusammengesetzter ist der Magen der Cetaceen

*) Diese Magenklappe findet sich beim Pferde nicht, sondern ist nur das Product einer fehlerhaften Art der Aufbewahrung dieses Organs. Im frischen Zustande sind an dem Magenmunde dieses Thieres nur die Muskelfasern verdickt, so daß sie allerdings die Oeffnung schließen können, von einer Hauptfalte aber bemerkt man nicht das Geringste. Diese bildet sich erst beim Trocknen des aufgeblasenen Magens, durch Verschrumpfen des Muskelrings, und zeigt dann allerdings das Ansehen wie sie Roget beschreibt und abbildet. Das Pferd kann sich freilich nicht erbrechen; allein dieß beweißt noch nicht, daß die Ursache davon die Beschaffenheit seines Magenmundes sey; das Kaninchen und der Haase können es auch nicht, und haben doch weder einen Muskelring noch eine Klappe an jenem Organ.

Anm. d. Uebers.

wie z. B. der des Delphins. Da die Fische, von welchen diese Thiere leben, ganz hinabgeschluckt werden, und oft lange und scharfe Knochen besitzen, welche für jede innere Oberfläche, die nicht mit einer Oberhaut geschützt ist, verletzend werden könnten, so ist für Behältnisse gesorgt, in welchen diese Theile erweicht und aufgelöst werden können, um in Nahrungsstoff verwandelt zu werden, ohne daß der Verdauung, welche durch die weicheren Theile geschieht, irgend Eintrag gethan würde. Die engen Verbindungen, welche zwischen den einzelnen Mägen der Cetaceen statt finden, haben wahrscheinlich den Zweck, die genaue Auflösung der erhaltenen Stoffe zu vermitteln, und zu verhindern, daß Theile herübergehen, die nicht vollkommen verdaut worden sind. *)

Ueberzählige Höhlen dieser Art, welche zu der Classe der Mägen gehören, kommen ganz besonders bei denjenigen Thieren vor, welche entweder größere Mengen von Futterstoffen verzehren, als für eine Mahlzeit unmittelbar nöthig ist, oder solche Nahrungsmittel aufzunehmen gewohnt sind, welche viele Kräfte zur Verdauung erfordern. Das letzte Moment fällt besonders bei den gehörnten wiederkäuenden Thiergattungen in die Augen, welche von Blättern oder Zweigen der Pflanzen leben. Dieß ist eine Futtergattung, welche in Verhältniß zu ihrem Volumen sehr wenig Nahrungsstoff enthält, und daher einen langen chemischen Proceß und einen complicirten Verdauungsapparat erfordert, um die sparsam darin enthaltene nahrhafte Materie auszuziehen, und daraus Säfte zu bereiten, welche zur Unterhaltung des Organismus dienlich sind. Dieser Apparat besteht gewöhnlich, wie man gefunden hat, aus vier Mägen, und um meinen Lesern einen richtigen Begriff von der Anordnung und

*) Die Mägen der Cetaceen sind meistens falsch beschrieben. Der Delphin hat deren vier, davon der erste der größte ist, der zweite um die Hälfte kleiner, der dritte sehr klein, und der vierte wieder größer und darmähnlich in die Länge gezogen. Cuvier zählte zuerst eine Aufreibung des Gallendarms zu den Mägen und übersah den dritten Magen ganz; später rechnete er diesen hinzu und brachte fünf Mägen heraus. Meckel zählt nur drei Mägen, weil er den dritten übersieht. Man vergleiche die von mir in der oben angeführten Dissertation gegebene Beschreibung Seite 24.

Anm. d. Uebers.

Structur deſſelben zu geben, habe ich als Beiſpiel die Mägen des Schaafes abbilden laſſen. In Fig. 183 werden die vier Mägen durch die Zahlen 1, 2, 3, 4 in der Ordnung wie ſie vom Schlund (C) gegen den Gallendarm (P) hin ſich vorfinden, dargeſtellt.

Das Gras, welches von dieſen Thieren in großen Quantitäten verzehrt, und in der Maulhöhle nur wenig gekaut wird, wird ſchnell verſchlungen, und zunächſt in das bei 1 in der Figur dargeſtellte Behältniß aufgenommen. Dieſe Abtheilung des Magens, welche man den Panzen nennt, iſt mit zahlreichen flachen Papillen beſetzt, und oft durch quer verlaufende Zuſammenziehungen ſeiner Wände in verſchiedene Taſchen abgetheilt. Während das Futter in dieſer Höhle verweilt, wird es durch die Flüſſigkeiten, welche es umgeben aufgeweicht, und zu einer zweiten Zerkleinerung mittelſt der Zähne vorbereitet, ein Hergang, der auf folgende Weiſe geſchieht. Mit dem Panzen ſteht eine zweite kleinere Höhle (2) in Verbindung, welche als ein zweiter Magen betrachtet wird. Die innere Membran dieſes Organes iſt in zahlreiche Falten abgetheilt, welche als Wandungen von vieleckigen Zellen anzuſehen ſind. Er heißt die Haube. In Fig. 184 iſt das netzartige Verhalten der inneren Oberfläche dieſer Höhle angedeutet. Zwiſchen dieſem und dem vorhergehenden Magen findet eine ganz eigenthümliche Verbindung ſtatt. Der Schlund, der dem erſten Anſehen nach in den Panzen einzumünden ſcheint, hat an jeder Seite ſeines Endes einen muskulöſen Fortſatz, welcher mit ſeinem Magenende in genaueſter Verbindung ſteht, und mit dem auf der andern Seite einen rinnenförmigen Kanal bildet, der in den zweiten Magen führt. Die Nahrungsſtoffe können daher leicht entweder in die eine oder andere Höhle gelangen, je nachdem die eine oder die andere Schlundöffnung offen ſteht. *)

Nach den Beobachtungen von Sir E. Home ſcheint es, daß

*) Die beiden erſten Mägen reagieren alkaliniſch und die beiden letzten ſauer; ein Umſtand, der dazu beiträgt zu beweiſen, daß jene nur vergrößerte Einſpeichelungsorgane ſind. Der dritte Magen des Kameeles bleibt ganz in ſeiner Entwicklung ſtehn; er iſt nach meinen Unterſuchungen beim ſaugenden Thiere eben ſo groß, als beim erwachſenen. Jene muskulöſe Rinne enthält ſehr viele Nervenzweige vom Lungenmagennerven, daher ſie vielleicht als ein willkührliches Muskelorgan zu betrachten iſt.

Anm. d. Ueberſ.

Flüssigkeiten sogleich in den zweiten Magen gelangen, indem sich die Oeffnung für den ersten schließt. Das in dem Panzen enthaltene Futter wird nach und nach in kleinen Quantitäten in diesen zweiten Magen (die Haube) gebracht, in welchem immerwährend eine gehörige Menge von Wasser ist, welches dazu dient, das in ihm Enthaltene aufzuweichen. In diesem letzteren Magen wird das Futter in einen Bissen umgewandelt, und durch die Speiseröhre in die Mundhöhle gebracht, wo es nach Bedürfniß während der Ruhe des Thieres wiederum gekaut wird; ein Proceß, der unter dem Namen des Wiederkäuens oder der Rumination allgemein bekannt ist.

Nachdem die Futtermasse durch die Zähne völlig durchgekaut ist, wird sie wieder verschluckt, und gelangt nun der Schlundrinne entlang in den dritten Magen (3), dessen Oeffnung durch die bereits erwähnten beiden muskulösen Fortsätze welche vom Schlunde an durch die Haube hindurchgehen, der Schlundöffnung so genähert wird, daß kein Theil des Futters in die beiden vorhergehenden Magenhöhlen gelangen kann. Beim Ochsen hat dieser dritte Magen nach der Beschreibung Home's die Gestalt eines halben Mondes und enthält in seiner inneren Membran vierundzwanzig Scheidewände oder breite Falten. Diese Falten liegen parallel neben einander, gleich den Blättern eines Buches, und unterscheiden sich von solchen nur darin, daß sie von ungleicher Breite sind, so daß ein schmäleres Blatt je zwischen zwei breiteren liegt. Fig. 185 stellt diese gefaltete Bildung des dritten Magens so dar, wie man sie beim Ochsen findet. Jede Futtergattung, welche in diese Höhle gelangt, die von ihrer Gestalt der Blättermagen, oder das Buch heißt, muß zwischen diesen Falten hindurchgehen und, ehe sie zu der Oeffnung gelangt, welche in den vierten Magen führt, drei Viertheile eines Cirkels beschreiben. Dieser letztere liegt so nahe an dem vorhergehenden, daß seine Entfernung in gerader Linie nicht mehr als drei Zolle beträgt. Zwischen dem Schlunde und dem vierten Magen (4) ist aber noch ein näherer Verbindungskanal vorhanden, durch welchen bei dem saugenden Kalbe die Milch passirt, und, da sie weder aufgeweicht noch wiedergekaut zu werden braucht, direct

von dem Schlunde dem vierten Magen zugeführt wird. In dieser Lebensperiode sind die Falten des Blättermagens noch nicht von einander getrennt, sondern hängen auf das Genauste mit einander zusammen: die Rumination fängt bei diesen Thieren auch nicht früher an, als bis sie festes Futter genießen. Erst in dem vierten Magen, dem Laabmagen, geschieht die Verdauung des Futters im eigentlichsten Sinne des Wortes, und hier findet die Gerinnung der Milch statt. Unter dem Namen Laab wird daher dieser Magen in den Melkereien angewandt, um den Käsestoff aus der Milch abzuscheiden.

In der Bildung der Mägen der Wiederkäuer findet man bei den verschiedenen Gattungen dieser Thierfamilie eine regelmäßige Stufenfolge. Bei den mit Hörnern versehenen Wiederkäuern, wie beim Ochsen und Schaafe, trifft man zwei Mägen an, welche das Futter zur Verdauung vorzubereiten haben, einen dritten, welcher nach diesem Vorgange dasselbe aufnimmt, und endlich einen vierten, der die Verdauung vollendet. Wiederkäuer ohne Hörner, wie das Kameel, das Dromedar und Llama, haben nur einen die Verdauung vorbereitenden Magen, der den beiden ersten Mägen des Ochsen entspricht, einen zweiten, der bei diesem Geschäfte nicht mit wirkt, und nur als ein Wasserbehältniß anzusehen ist, einen dritten der außerordentlich klein und über dessen Wirkung man noch nicht im Klaren ist, und endlich einen vierten, welcher das Futter nach dem Wiederkäuen aufnimmt und verdaut. Pflanzenfressende Thiere, welche nicht wiederkäuen, wie das Pferd und der Esel, haben nur einen Magen. Die obere Hälfte desselben ist aber mit der Oberhaut ausgekleidet und scheint in gewisser Hinsicht die Stelle eines vorbereitenden Organes zu vertreten, wodurch das Futter für die hintere Hälfte desselben Magens wahrscheinlich verdaulicher gemacht wird. *)

Die oben angeführte merkwürdige Bildung, welche das Kameel darbietet, hat einen eigenthümlichen Zweck. Dieses Thier ist von der Natur zum Bewohner der unfruchtbaren und dürren

*) *Home* Phil. Trans. 1806 p. 370.

Regionen des Südens gemacht worden und hat daher in seinem Innern ein Wasserbehältniß erhalten, welches, einmal gefüllt, lange Zeit die in ihm enthaltenen Stoffe zurückbehält und nicht allein für das Thier das es besitzt, sondern auch für den Menschen eine Quelle des Unterhaltes ist. Mit dem zweiten Magen des Kameeles steht eine eigenthümliche Höhle in Verbindung, in der viele Zellen sich vorfinden. (Siehe Fig. 186) In diesen Zellen wird das Wasser durch starke Muskelbündel zurückgehalten, welche die Oeffnungen derselben verschließen, während die andern Theile des Magens den gewöhnlichen andern Funktionen vorstehen. Durch Erschlaffung dieser Muskelbündel kann das Wasser nach und nach mit den im Darme enthaltenen Stoffen vermischt werden und daher kann das Kameel lange Reisen durch die Wüsten aushalten, ohne Getränke aufzunehmen. Die Araber, welche diese ausgedehnten Ebenen in Gesellschaft dieser nützlichen Thiere durchreisen, sind, wie man sagt, zuweilen genöthigt eines ihrer Kameele aus Hungersnoth, oder wenn sie in Gefahr sind aus Wassermangel zu Grunde zu gehen, aufzuopfern, um das Wasser zu bekommen, das in diesen Höhlen sich vorfindet, und das immer rein und trinkbar seyn soll. Man weiß von Reisenden, welche Egypten durchreist haben, daß diejenigen Kameele, welche zu Reisen gebraucht werden, in denen sie lange Zeit des Wassers entbehren müssen, sich daran gewöhnen, jene Zellen so zu erweitern, daß sie mehr als die gewöhnlich für den Reisebedarf nöthige Menge Wassers enthalten. *)

*) Siehe *Home* Lectures on Comparative Anatomy vol. I, p. 171. Sowohl im ersten als auch im zweiten Magen des Kameeles finden sich allerdings Zellen, welche in ihrem Innern durch unvollkommene Scheidewände noch weiter abgetheilt sind. Diese Zellen enthalten eine Flüssigkeit; ob diese aber nichts anders ist, als das aufgenommene Wasser, ist unentschieden. Es scheint mit dem, was wir über die Lebensthätigkeit dieser Organe im Allgemeinen wissen, nicht vereinbar, daß hier nur ein Behältniß für ein fremdes Fluidum angebracht seyn sollte, und wahrscheinlich ist die enthaltene Flüssigkeit nichts anderes, als ein Secretum der Wände der Zellen. Daß ein halbverdursteter Mensch jede Flüssigkeit für ein erquickendes Getränk hält, liegt auf der Hand, die Aussagen solcher beweisen also nichts. Aus den Zellen der Haube des Rindes läßt sich auch eine beträchtliche Menge Flüssigkeit ausdrücken, und die des Kameeles scheinen doch nichts anders als eine Vergrößerung dieser zu seyn.
Anm. d. Uebers.

Wenn der Elephant, bei Reisen während der heißen Jahreszeit, von Insecten geplagt wird, so sprützt er, wie man beobachtet hat, genau auf den Ort hin, wo sich die Fliegen fest setzen, eine gewisse Quantität Wasser, und zwar mit solcher Stärke, daß das Insect weggejagt wird. Die Menge des ausgesprützten Wassers steht in Verhältniß mit der Entfernung des angegriffenen Theiles, und beträgt gewöhnlich eine halbe Pinte. Pierard, der viele Jahre in Indien gelebt hat, macht die Beobachtung, daß der Elephant dieses Manöver acht bis zehnmal in der Stunde wiederholen kann. Dieses Wasser wird aber nicht unmittelbar nach dem Trinken ausgeworfen, sondern sechs bis acht Stunden nachher. Sir. E. Home hat beobachtet, daß die Menge des Wassers, worüber das Thier disponiren kann, nicht wohl weniger als sechs Quart beträgt, und bei der Untersuchung des Magens dieses Thieres fand er eine Höhle, die sich zu der in dem Kameelmagen befindlichen analog verhält, und die vollkommen dazu eingerichtet ist, die erforderliche Wassermenge zu liefern, welche wahrscheinlich sonst dazu angewandt wird, die trockenen Nahrungsstoffe zum Behufe der Verdauung aufzuweichen. *)

In jeder, zu anderen Thierklassen gehörigen, Thierfamilie kann man, wie bei den Säugethieren, eine Uebereinstimmung der Futtergattung und der Bildung der Verdauungsorgane auffinden. Die Mägen der Vögel, Reptilien und Fische sind mit gewissen Modifikationen ganz nach dem Modell der bereits beschriebenen gebildet, je nach dem die Nahrungsstoffe entweder aus animalischen oder vegetabilischen Substanzen bestehen, oder nach der größeren oder geringeren Cohäsion ihrer Fasern den Organen mehr oder minder Widerstand leisten. Da es mir hier nicht möglich ist, in alle Einzelnheiten einzugehen, die zu einer vollständigen Auseinandersetzung dieser Gegenstände nöthig wären, so muß ich mich darauf beschränken, nur die allgemeinern Resultate meiner Untersuchungen anzugeben.

*) Suplement to Sir *E. Home's* Lecture on Comparative Anatomy vol. VI. p. 9.

**) Die Vergleichende Anatomie des Magens ist durch die Unter-

Die Nahrung der Vögel ist bei den verschiedenen Gattungen derselben verschieden und geht von der weichsten animalischen Materie zu den härtesten Körnern über, daher wir auch in den Magen derselben jede Stufenfolge wahrnehmen, von dem häutigen Sacke der fleischfressenden Gattungen an, bis zu dem ausgebildeten Muskelmagen der körnerfressenden Vögel, welche beide als Extreme einander entgegen stehen. Die gradweise Entwicklung des einen aus dem andern geschieht durch die Muskelfasern, welche um den häutigen Magen angelagert sind, und in verschiedenen Gattungen eine größere Ausdehnung gewinnen, wodurch stärkere Muskeln entstehen, die auf die entsprechenden Veränderungen in der Qualität des Futters berechnet sind, und sich im Einzelnen besonders darnach richten, ob die Futterstoffe, welche der Vogel aufnimmt, mehr animalischer oder vegetabilischer Natur sind.

Bei allen kaltblütigen Wirbelthieren, wo die Verdauung nicht durch die sonst im Innern des Körpers stattfindende Wärme unterstützt wird, geht der Verdauungsproceß sehr langsam von Statten, ist aber, genau genommen, von derselben Wirksamkeit, wie bei Thieren, deren Mageninhalt immer durch eine höhere Temperatur erwärmt wird. Beinahe alle Thiere dieser Classe gehören zu den Fleischfressern und besitzen daher Mägen, welche, sie mögen in Absicht auf ihre Gestalt so verschieden seyn, als sie wollen, doch immer eine ganz häutige Structur haben und auf die Futterstoffe nur mittelst der auflösenden Kraft ihrer Säfte wirken. Bei den Reptilien kommen nur wenige Ausnahmen von dieser Regel vor. Die gemeine Seeschildkröte, welche häufig auf unsere Tafeln kommt, ist ein Beispiel hievon.

---

suchungen Home's, die mit der größten Sorgfalt ausgeführt sind, in das schönste Licht gesetzt worden, und die Resultate derselben wurden theils in Abhandlungen bekannt gemacht, die er von Zeit zu Zeit der Royal Society mittheilte, theils in seinem prächtigen Werke über vergleichende Anatomie, das den Titel führt: Lectures on comparative Anatomie bekannt machte; ein Werk, dem ich für die Darstellung der auf diesen Gegenstand bezüglichen Thatsachen und Beobachtungen sehr viel verdanke.

Sie lebt, wie man beobachten kann, ausschließlich von Vegetabilien, und ganz besonders von dem sogenannten Meergras (Zostera marina); ihr Magen ist daher außerordentlich muskulös, hat aber nicht den dickhäutigen Ueberzug, der den Vogelmagen so sehr auszeichnet. Bei einigen Landschildkröten, welche von Kräutern leben, ist auch eine Annäherung an diese Bildung bemerkbar.

Obgleich bei den Fischen, welche die Gewohnheit haben, von andern Fischen zu leben, eine hautartige Bildung des Magens eine unwandelbar constante Erscheinung ist, so finden wir doch, daß diese Thiere eine Art von Nahrungsstoffen genießen, welche, ehe sie verdaut werden können, durch kräftigere Organe vorher zerbrochen werden müssen, und dieser Art sind die Schalthiere. Bei vielen Fischen, welche von diesen Thieren leben, wird das Zerkleinern derselben durch das Maul ausgeführt, welches, wie wir es bereits von dem Wolfsfisch bemerkt haben, in diesem Fall mit starken Backzähnen versehen ist. Bei andern aber ist ein Apparat vorhanden, der mit dem der Vögel Aehnlichkeit hat, indem das Geschäft der Zerkleinerung der Nahrungsstoffe dem Magen übertragen ist. Die Seebarbe (Mullus) hat einen Magen, der eine beträchtliche Muskelkraft besitzt und, gleich dem Muskelmagen der Vögel, dazu dient, die Nahrungsstoffe sowohl zu zerkleinern, als auch zu verdauen. Der Magen einer in Irland vorkommenden Forellengattung (Gillaroo trout) hat beinahe dieselbe Structur, wie der der Seeschildkröte. Die gemeine Forelle (Salmo fario) nährt sich bisweilen von Schaalthieren und verschluckt kleine Steine, um das Zerbrechen der Schalen im Magen zu erleichtern.

Bei den wirbellosen Thieren treffen wir zuweilen Beispiele von Mägen an, welche den Vogelmägen außerordentlich analog sind, und wahrscheinlich dieselbe Function haben. Ein solches Organ finden wir bei der Sepie; der Regenwurm hat einen Kropf und einen Muskelmagen, und bei den Insecten kommen viele Beispiele vor, wo der Magen in Absicht auf seine Structur sehr complicirt ist, und nicht nur eine Einrichtung besitzt, die an den Muskelmagen der Vögel erinnert, sondern auch häufig in seinem Innern Zahnreihen hat.

VIII. Capitel.

Die Chylification.

Die Bildung des Chylus (Milchsaftes), einer Flüssigkeit, welche die unmittelbare und ausschließliche Quelle der Ernährung des ganzen Systemes ist, findet in dem Darmkanale statt, in welchen der in dem Magen bereitete Chymus (Speisenbrei) aufgenommen und weitern chemischen Veränderungen in Absicht auf seine Zusammensetzung ausgesetzt wird. Die Art und Weise, auf welche die Verwandlung des Chymus in Chylus vor sich geht, und die genaue Beschaffenheit der Veränderungen selbst, welche hiebei geschehen, ist bis jetzt noch sehr wenig ergründet, und es ist daher unmöglich, hierin genau das Verhältniß anzugeben, in welchem in allen Fällen die angewandten Mittel zur Erreichung des wirklich vollführten Zweckes stehen. Ohne Zweifel sind die Functionen, welche durch so große und zusammengesetzte Organe ausgeführt werden, wie die, welche den Nahrungskanal und dessen verschiedene Anhängsel ausmachen, von keiner geringen Wichtigkeit. Wir sehen genau, daß in dem Innern dieses Canales dafür gesorgt ist, die in ihm enthaltenen Substanzen erstens der Einwirkung einer sehr gefäß- und nervenreichen Oberfläche auszusetzen, und zweitens, sie mit verschiedenen flüssigen Secretionen zu vermischen, welche von verschiedenen Quellen herrühren und auf die verdauten Futterstoffe als mächtige chemische Agentien einwirken. Ferner sehen wir, daß Muskeln vorhanden sind, welche zwischen der äußersten und innersten Haut der Eingeweide als Cirkel- und Längenfasern angelagert sind*), und dem Darmcanal die Fähigkeit ertheilen, auf seinen Inhalt einen gewissen Druck auszuüben, um denselben durch aufeinanderfolgende Zusammenziehungen vorwärts zu schieben. Diese Bewegung des Darmcanales nennt man die

*) Vergleiche den ersten Band Seite 93.

wurmförmige Bewegung (motio peristaltica). Und endlich erkennen wir, daß dafür gesorgt ist, das zu schnelle Fortgleiten der Nahrungsstoffe längs der Wandungen dieses Canales zu verhindern, so daß sie immerwährend der vollständigen Einwirkung der beziehungsweisen Agentien ausgesetzt sind, und die größtmöglichste Menge von Nahrungsstoff abzugeben genöthigt werden.

Die Länge des Darmcanales ist bei verschiedenen Thiergattungen sehr verschieden. Im Allgemeinen läßt sich als Gesetz aussprechen, daß, wie schon bemerkt, derselbe bei den fleischfressenden Thieren kürzer ist, als bei Thierfamilien, welche von Substanzen leben, die einerseits schwer zu verdauen sind und andrerseits wenig Nahrungsstoff darbieten. Bei diesen letztern Thieren hat der Darmcanal oft eine sehr beträchtliche Länge und übertrifft das Längenmaß des Körpers vielmal. Hieraus entspringt für ihn die Nothwendigkeit, einen spiralförmigen oder gefalteten Verlauf anzunehmen und in der Unterleibshöhle in mannichfachen Windungen sich zu legen. Zuweilen wird, wahrscheinlich um in einem kleinen Raume eine verhältnißmäßig große Oberfläche zusammenzufassen, dieselbe Wirkung durch Zusammenfalten seiner innern Membran hervorgerufen, wodurch zahlreiche Falten entstehen, die in die Höhle des Darmcanales hineinragen. Diese Falten sind oft von beträchtlicher Breite und tragen nicht nur dazu bei, den Flächeninhalt der secernirenden und absorbirenden Oberfläche zu vergrößern, sondern auch die enthaltenen Futterstoffe zurückzuhalten, damit sie um so vollständiger verarbeitet werden könnten. Merkwürdige Beispiele dieser Conformation kommen bei den meisten Knorpelfischen vor; bei welchen sich auf der innern Fläche der Wandungen des Dickdarmes eine breite Falte findet, die spiralförmig von dem vordern gegen das hintere Ende dieses Organes verläuft und mit einer spiralförmigen Klappe verglichen wurde. So verhält es sich beim Haifisch, bei welchem diese Klappe beinahe die ganze Länge des Nahrungscanales einnimmt, wodurch die innere Oberfläche desselben bedeutend vergrößert wird, ohne daß die Länge des Eingeweides vergrößert würde *).

*) Gebilde dieser Art haben besonders dadurch die Aufmerksamkeit

Ist die Natur des Assimilationsprocesses der Art, daß eine vollständigere Zurückhaltung der Nahrungsstoffe auf eine gewisse Zeit erfordert wird, so finden sich abgesonderte Taschen, welche seitlich mit der Höhle des Darmes in Verbindung stehen, und nach hinten zu keinen Ausgang haben; man nennt sie Blinddärme (Coeca). Gebilde dieser Art sind uns schon bei der Beschreibung der Infusorien vorgekommen, man trifft sie aber in der That bei Thieren jeder Classe und an den verschiedensten Stellen des Nahrungscanales; zuweilen nahe an dem Gallendarmende des Magens und häufig am Anfang des kleinen Gedärmes. Gewöhnlich ist ihre Lage mehr nach hinten und besonders an dem Theile, wo das sogenannte große Gedärme sich mit dem kleinen verbindet, eine Stelle, die mit dem Ende der ersten Hälfte des ganzen Darmkanales ziemlich übereinkommt. Diese Blinddärme sind bei manchen Thieren oft größer, als der Magen selbst. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die angedeuteten beiden Hälften des Darmcanales in Beziehung auf die Assimilation des Futters verschiedene Functionen haben; bis jetzt mangelt uns indessen durchaus ein Schlüssel, der uns die Geheimnisse dieser so entwickelten Theile erschlösse, und wir sind nicht im Stande, viel mehr zu unterscheiden, als die bereits erwähnte, immer sich gleich bleibende Beziehung, welche der Inhalt des Darmcanales zu der Form desselben hat, der bei den Thieren, die von Pflanzenstoffen leben, länger, vielfacher gewunden, zusammengesetzter und mit ausgebildeteren und zahlreichern Falten auf seiner innern Oberfläche, so wie mit größern und zahlreichern Blinddärmen versehen ist, als bei Thieren derselben Classe, welche von Fleischnahrung leben.

Die Classe der Insecten liefert uns zahlreiche Belege für das Gesetz, daß die Structur der Assimilationsorgane sich auf das Genaueste nach der Natur der Futterstoffe richtet, welche in Nahrungssaft verwandelt werden; so daß sich auch hier auf das Klarste sehen läßt, daß Pflanzenstoffe eine längere Vorbereitung

der Anatomen erregt, weil sie auf die Natur gewisser versteinerten Ueberbleibsel der Urwelt, die neulich mit großem Erfolg von Buckland untersucht wurden, ein bedeutendes Licht werfen.

und einen complicirtern Apparat erfordern, als Substanzen, welche bereits schon Thierstoff sind. Bei den pflanzenfressenden Thiergattungen sehen wir, daß der Schlund einer großen Ausdehnung fähig ist, so daß er die Function eines Kropfes oder eines Behältnisses erfüllt, in welchem das Futter vor der Verdauung aufbewahrt wird; zuweilen findet man auch, daß er hiefür eine besondere an ihm befindliche Tasche besitzt. Auf diesen folgt dann allgemein ein Muskelmagen oder ein Zerreibungsapparat, der nicht nur, wie bei den Vögeln, mit einer harten Oberhaut versehen ist, sondern in den meisten Fällen mehrere Reihen von verschieden geformten Zähnen besitzt, die ihrem Zwecke, die härtern Nahrungsstoffe durch Zerschneiden und Zermalmen in ganz kleine Fragmente zu zertheilen, auf eine sehr wirksame Weise entsprechen. Zugleich unterstützen diese Organe die Kinnladen, so daß sie das, was von diesen unzermalmt geblieben ist, vollends zerreiben. Nach diesem Vorgange gehen die so zweckmäßig vorbereiteten Nahrungsmittel erst in die zur Verdauung bestimmte Höhle über, welche als der wahre Magen anzusehen ist*). In den untern Theil dieses Organes wird oft eine eigenthümliche flüssige Secretion ergossen, welche dem Futterbrei beigemengt wird, und der man eine ähnliche Function wie der Galle der höhern Thiere zugeschrieben hat. Diese Flüssigkeit wird von den Wandungen feiner Röhren abgesondert, die den Namen Lebergefäße führen, von beträchtlicher Länge und zuweilen ast- oder fransenförmig vertheilt, oder, gleich den Fasern einer Federfahne, mit seitlichen Reihen von Filamenten besetzt sind, welche lose in der allgemeinen Höhle des Körpers flottiren, und nur an dem Ende, mit welchem sie in den Nahrungscanal einmünden, befestigt sind**).

*) Es ist oft schwer, die Theile des Darmcanales, welche in ihren Functionen dem Magen entsprechen, von dem Anfangstheile des dünnen Gedärmes oder dem Gallendarme zu unterscheiden; daher kommt es auch, daß verschiedene Naturforscher je nach der Ansicht, die sie von der diesen Theilen eigenen Function hatten, derselben Höhle den Namen chylusführender Magen und Gallendarm beilegten. Siehe die Abhandlung von Leon Dufour in den Annales des sciences naturelles, II, 473.

**) Die erste Spur eines den Lebergefäßen entsprechenden Secretions-

Bei einigen Insecten haben diese Röhrchen einen größern Durchmesser als bei andern, und bei manchen Orthopteren münden sie, wie wir gleich sehen werden, in erweiterte Behältnisse ein, die zuweilen von einer größern Geräumigkeit sind, als der Magen selbst. Sie haben wahrscheinlich den Nutzen, die Gallensecretion in sich aufzubewahren und dieselbe nur dann in den Magen zu bringen, wenn sie für die Vervollständigung des Verdauungsprocesses nothwendig ist *).

Die Unterscheidung in kleines und großes Gedärme ist bei den verschiedenen Insecten mehr oder minder scharf ausgeprägt, je nach der Quantität und der vegetabilischen Natur der Nahrungsstoffe. Besonders bei den pflanzenfressenden Gattungen sind die Erweiterungen in dem untern Theile des Darmkanales sichtbarer, so wie die Duplicaturen der innern Membran derselben, welche, um die Fortbewegung der Nahrungsmittel zu verlangsamen, unvollkommene Klappen bilden. An der Stelle, wo die Erweiterungen des Nahrungscanales beginnen, findet man durchgängig eine zweite Reihe von Gallengefäßen, welche sich in denselben einmünden. Diese sind zwar in Absicht auf Structur den bereits beschriebenen im Wesentlichen gleich, aber durchgängig dünner und vereinigen sich, ehe sie endigen, in eine kleine Anzahl von Ausführungsgängen. Die Anzahl und Verbindungsart dieser beiden Arten von Gallengefäßen scheinen in einiger Beziehung zu der Anwesenheit und Entwicklung des Muskelmagens und daher auch zu der Beschaffenheit und Größe der Nahrungsmittel zu stehen. Gefäße dieser Art findet man aber in der That durchgängig bei den Insecten, aber nur bei denen, welche einen Muskelmagen

organes finden wir im Seesterne (Asterias), wo die doppelte Reihe kleiner, sich an die Blinddärme dieses Thieres befestigender Lappen, welche sich in die Höhle derselben ergießen, von Carus als solche betrachtet wurden. Das flockenartige Gewebe, welches den Darm der Holothurie umgibt, ist wahrscheinlich auch nichts anderes, als ein Gallenapparat.

*) Leon Dufour hat darüber Zweifel erhoben, ob die Flüssigkeit, die man in diesen Taschen findet, wirklich Galle sey, oder ein durch den Proceß der Assimilation bereiteter Nahrungssaft. Annales des sciences naturelles, II., 478.

haben, sind deren zwei Reihen vorhanden; und bei einigen Larven, welche durch ihre außerordentliche Gefräßigkeit ausgezeichnet sind, trifft man drei Reihen von solchen Lebergefäßen an *).

Sowohl der Muskelmagen, dieser Thiere als auch die Häute des eigentlichen Magens und des Darmcanales haben Muskelfasern, welche bei dem erstern zur Ausführung seiner kräftigen Bewegungen sehr stark sind, bei den letztern Organen aber verhältnißmäßig schwächer, indem sie nur das Fortschaffen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten zu vermitteln haben. Die Muskelfasern des Darmcanales bestehen augenscheinlich aus zwei Lagen, deren eine quer oder cirkelförmig, die andere der Länge nach sich ausbreitet. Eben so kann man genau auf der innern Fläche der Wandungen dieses Canales, besonders bei den pflanzenfressenden Insecten, drüsige Gebilde erkennen, welche den Schleimbeuteln der höhern Thiere ähnlich sind **). Der Nahrungscanal ist seiner ganzen Länge nach an die Seiten der ihn umgebenden Höhle mit einer feinen Haut befestigt, welche der Bauchhaut der höhern Thiere analog ist, und von zahlreichen Luftgefäßen oder Tracheen durchzogen wird ***).

Auf eine ins Einzelne gehende Beschreibung der unendlich verschieden modificirten Bildungen, welche die Verdauungsorgane der Insecten dem Beobachter darbieten, kann ich mich nicht einlassen, indem ein solches Unternehmen mit den diesem Werke vorgeschriebenen Grenzen unvereinbar wäre. Ich muß mich daher damit begnügen, bei allgemeinerer Betrachtung der

*) Siehe die Abhandlungen von Marcel de Serres in den Annales du Muséum, XX, 48.

**) Lyonet.

***) Malpighi und Swammerdam wollten die Beobachtung gemacht haben, — eine Angabe, welche durch alle ihnen folgende Anatomen wiederholt wurde — daß die zur Classe der Grylli gehörigen Insecten die Gewohnheit hätten, ihr Futter wieder zu kauen. Marcel de Serres hat aber zur Genüge bewiesen, daß dieß ein Irrthum ist, und daß bei keinem Insecte das Futter einer wahren Rumination unterworfen wird, indem keines sein Futter zum zweitenmale durch die im Maul befindlichen Kauorgane zerkaut. Siehe Annales du Muséum, XX, 51 und 364.

vorherrschendsten Verschiedenheiten stehen zu bleiben, und nur diejenigen herauszuheben, bei welchen die Characteres der einzelnen Bildungsarten sich am deutlichsten herausstellen. Ich will daher zuerst von einer der einfachsten Formen der Verdauungsorgane sprechen, wie wir sie bei Mantis religiosa (Lin.), dem wandelnden Blatte, antreffen, einem Insect, das blos von animalischer Nahrung lebt, und zu der Ordnung der Orthopteren gehört. Fig. 187 stellt den Nahrungscanal dieses Insectes, befreit von seinen Anhängseln und getrennt von dem Körper, dar. Der ganze Canal ist, wie wir hier sehen, vollkommen gerade, er beginnt mit einem sehr langen Schlunde (O), auf welchen ein Muskelmagen (G) folgt, an dessen hinterem Ende die acht obern Gallengefäße (B B) sich befinden, die sich durch eine beträchtliche Weite auszeichnen, sodann folgt ein Theil des Canales (D), welcher eben sowohl als ein Verdauungsmagen, denn als ein Chylus führender Gallendarm betrachtet werden kann; weiter nach hinten finden wir die zweite Reihe von Gallengefäßen (H H), welche zwar sehr zahlreich, aber nur von der Dünne eines Haares sind; sodann verengert sich der Canal ein wenig (bei N), um vor seinem Ende noch einmal eine kleine Erweiterung zu bekommen (C).

Der Nahrungscanal der Cicindela campestris (Lin.), einer Gattung Sandkäfer, welche von andern Insecten lebt, wird durch Fig. 188 dargestellt, wo wir sehen, daß sich der untere Theil des Schlundes (O) zu einem Kropfe (P) erweitert; auf diesen folgt ein kleiner Muskelmagen (G), welcher die Function hat, die Flügeldecken und andere harte Theile seiner Schlachtopfer zu zerreiben. Nachdem dieß geschehen ist, gelangen die Nahrungstheilchen in den eigentlichen Verdauungsmagen (S), der blos membranartig ist, und nachher in das sehr kurze kleine Gedärme (I), das vor seinem Ende eine große grimmdarmähnliche Erweiterung (C) besitzt, einmündet. Die Lebergefäße (H), deren das Insect nur eine Reihe hat, münden mit vier Ausführungsgängen hinter dem Verdauungsmagen in den Dünndarm, gerade an der Stelle, wo dieser anfängt.

Ein Beispiel von einer viel zusammengesetztern Bildung tref-

fen wir in dem Nahrungscanal des gewöhnlichen Maikäfers (Melolontha vulgaris) an. Dieses Insect nährt sich von Vegetabilien, und da es Pflanzenblätter in großen Quantitäten zu sich nimmt, so hat es natürlich einen langen und geräumigen Nahrungscanal nöthig, um diese gehörig zu assimiliren. Wir sehen ihn in Fig. 189 abgebildet, wo er, gleich dem vorigen, herausgenommen aus dem Körper dargestellt ist. Bei diesem pflanzenfressenden Insect ist, wie man hier sieht, der Schlund (O) sehr kurz und bekommt bald eine kropfartige Erweiterung (P); auf diese folgt ein sehr langer, weiter und muskulöser Magen (S), der wie ein Regenwurm in Ringe abgetheilt ist; an diesen befestigt sich ein langes und vielfach gewundenes Gedärme (II), welches in seinem Verlaufe verschiedene Erweiterungen (C C) darbietet und mehrere sehr verlängerte, verschlungene und mit Seitenästen versehene Gallengefäße (H H) besitzt.

In dem Nahrungscanal der Acrida aptera (Stephens) (Fig. 190)*), einer Gattung Grashüpfer, welche vorzüglich von Brombeeren lebt, findet man einen langen Schlund (O), der sehr erweiterungsfähig ist, so daß er gelegenheitlich einen Kropf (I) bildet, sodann einen rundlichen oder herzförmigen Muskelmagen, der eine sehr zusammengesetzte Bildung hat und mit zwei ziemlich großen Gallensäcken (U und B) in Verbindung steht, in welche, an deren vorderm Ende, die obere Reihe der Lebergefäße (V V) einmündet. Eine tiefe Furche (B), welche in der horizontalen Stellung des Körpers unter dem Muskelmagen liegt, theilt das Gallenbehältniß offenbar in zwei Theile. Der Darmcanal ist in seinem Durchmesser beinahe gleichförmig und erhält in seinem Verlaufe eine große Menge von Lebergefäßen (H H), deren jedes für sich in den Darm einmündet. Nachdem er eine Krümmung gemacht und bei N eine leichte Einschnürung erhalten hat, erweitert er sich zu einem Grimmdarm (C), auf dessen Wandungen man ganz deutlich längliche

*) Die auf dieses Insect bezüglichen Abbildungen sind denen von Newport entnommen, der so gütig war, mich auch mit einer Beschreibung der dargestellten Theile zu versehen. Fig. 321 ist die doppelte natürliche Größe.

Muskelbündel wahrnehmen kann. Der Muskelmagen dieses Insectes hat in seinem Innern deutlich sechs der Länge nach verlaufende Reihen großer Zähne, zwischen welchen je sechs Reihen kleinerer Zähne liegen; die Zahl sämmtlicher Zähne ist 270. Eine Reihe der größern Zähne ist für sich und sehr vergrößert bei Fig. 191 dargestellt; sie enthält an ihrem obern Ende fünf hakenförmige Zähne (F), auf welche nach unten vier breite Zähne (D) folgen, die aus viereckigen Platten bestehen, und endlich folgen zwölf dreigespitzte Zähne (T), das heißt Zähne, welche an ihrer Krone drei Spitzen oder scharfe Kanten haben. Fig. 192 stellt einen Längendurchschnitt eines solchen Zahnes dar; e e e sind die drei Spitzen desselben und M der dreieckige hohle Raum, welche zur Anheftung der Muskeln bestimmt ist, welche die Zähne bewegen und welche einen Theil von dem muskulösen Apparat des Muskelmagens ausmachen. Die kleinern Zähne, welche zwischen je zwei größern Zahnreihen in doppelten Linien sich befinden, sind der Zahl nach zwölf in jeder Reihe zu finden. Alle in diesem Organ befindlichen Zähne haben eine braune Farbe und sind in Absicht auf ihre Textur hornartig, so daß sie den Schalen der Landschildkröten nicht unähnlich sind.

Ein und dasselbe Insect bietet, wie wir bereits gesehen haben, zu verschiedenen Perioden seines Lebens die größten Contraste sowohl in Absicht auf äußere Gestalt seines Körpers als auch seine Gewohnheiten, Instinct und die Art seiner Lebensweise, namentlich in der Wahl seiner Futterstoffe, dar. Die Larve (Raupe) zeichnet sich im Allgemeinen durch ihre Gefräßigkeit aus; sie hat auch größere Zuschüsse von Nahrungsmitteln nöthig, um bei ihrem schnellen Wachsthum das nöthige Material herbeizuschaffen und verzehrt häufig enorme Quantitäten von faserigen vegetabilischen Nahrungsstoffen. Das entwickelte Insect hingegen, das seine entwickelte körperliche Ausbildung erreicht hat, wird hinreichend durch kleinere Quantitäten eines nahrhaftern Futters ernährt, welches entweder aus thierischen Säften oder aus Flüssigkeiten besteht, die durch die Blumen bereitet werden; Flüssigkeiten, welche durchgängig aus zuckerhaltigen Stoffen bestehen und daher einen sehr concentrirten Nahrungsstoff

enthalten. Es liegt auf der Hand, daß derselbe Apparat, welcher zur Verdauung des massenhaften Futters nöthig ist, das in der ersten Periode verbraucht wird, für die Assimilation des während der letztern aufzunehmenden Futters nicht mehr tauglich seyn kann; und daß, um diese in der Function der Theile begründete Verschiedenheit wieder auszugleichen, beträchtliche Structurveränderungen in den Organen vor sich gehen müssen. Es ist daher vom höchsten Interesse, die verschiedenen Uebergangsstufen, denen die Bildung des Nahrungskanales unterworfen ist, während der Entwickelung des Insectes zu verfolgen und sie besonders in den Momenten zu betrachten, wo dasselbe seine verschiedenen Verwandlungen durchmacht.

Am deutlichsten sind diese Veränderungen bei den Lepidopteren zu sehen, wo wir mit Muße beobachten können, wie sich der ungeheuer voluminöse Magen der Raupe immer mehr zusammenzieht, je mehr sich dieses Thier dem Puppenzustande nähert, und endlich in dem vollkommenen Insect so verändert wird, daß wir Mühe haben, ihn als dasselbe Organ zu erkennen. In den Figuren*) 193, 194 und 195 habe ich Darstellungen des Darmcanales in diesen drei verschiedenen Stadien der Sphinx ligustri, oder des Ligustervogels, gegeben. Die erste derselben ist von der Raupe, die zweite von der Puppe und die dritte von dem ausgebildeten Schmetterlinge genommen. Der ganze Nahrungscanal ist sammt seinen Anhängseln von seinen Verbindungen getrennt und auseinander gelegt, so daß alle Theile desselben sichtbar sind und man die beziehungsweisen Dimensionen desselben in diesen drei Stadien zur Vergleichung vor sich hat. In allen drei Figuren ist A der Schlund, B der Magen, C das kleine Gedärme, D der mit dem Blinddarm zu vergleichende Theil des Darmcanales und E der Grimmdarm oder das dicke Gedärme. Die Gallengefäße sind bei F dargestellt, und der Muskelmagen,

*) Diese Figuren sind ebenfalls nach Zeichnungen von Newport gestochen, der die Güte hatte, die Resultate seiner sorgfältigen Zergliederungen für mich nach seinen eigenen Präparaten darstellen zu lassen.

der sich nur bei dem vollendeten Insecte vorfindet, bei G, Fig. 195.

Man kann bei Betrachtung dieser Abbildungen wahrnehmen, daß bei der Raupe (Fig. 193) der Magen bei weitem der beträchtlichste Theil des Nahrungscanales ist, und daß er, sowohl in Absicht auf seine Structur als auch seine Capacität, einige Aehnlichkeit mit dem bereits beschriebenen Magen der Anneliden hat *). Auf diesen folgt ein weites aber kurzes und vollkommen gerades Gedärme. Diese Organe sind in der Puppe (Fig. 194) beträchtlichen Modificationen unterworfen worden; der ganze Nahrungscanal, ganz besonders aber der Magen, ist sowohl seiner Länge als auch seiner Weite nach zusammengezogen worden **), und da auch der Körper kürzer geworden war, als das Gedärme, so mußte dieses eine Strecke weit aufgerollt werden. Bei dem vollkommenen Insect (Fig. 195) ging die Zusammenziehung des Magens noch viel weiter, und dazu wurde noch eine Höhle (G) entwickelt, die man entweder für einen Kropf oder für einen Muskelmagen halten kann. Das dünne Gedärme nimmt während seines Verlaufes mancherlei Krümmungen an, und an dem Theile, wo es in das dicke Gedärm übergeht, ist eine weite Tasche, der Blinddarm, befindlich.

Die Lebergefäße sind bei den Crustaceen in außerordentlicher Anzahl vorhanden und nehmen in der Bauchhöhle einen sehr großen Raum ein; sie bilden dadurch, daß sie sich unter einander verbinden, ein Organ von beträchtlicher Größe, welches in Absicht auf seine Functionen der Leber der höhern Thierclassen analog geschätzt werden kann. Bei den Mollusken wird dieses Organ noch viel größer und für die Lebensfunctionen dieser Thiere auch wichtiger; denn hier umgibt es den Magen und führt sein Product, die Galle, mittelst zahlreicher Canäle in

*) Siehe die oben erwähnten Beschreibungen und Abbildungen über die Nais und den Blutegel.

**) Carus versichert, er habe gefunden, daß der Magen der Puppe zwölf Tage nach der Einpuppung halb so lang, und nur ein Sechstel so weit gewesen sey, als bei der Raupe.

denſelben aus*). Da die Structur und der Verlauf des Nahrungscanales bei den verſchiedenen Gattungen von Mollusken äußerſt verſchieden iſt, ſo können ſie in einer allgemeinen Betrachtung, wie dieſe, nicht wohl aufgenommen werden. Die einzigen Beiſpiele, ſo ich für dieſe Claſſe anzuführen für nöthig erachte, iſt die Patella, oder Napfſchnecke, und der Pleurobranchus. Der Nahrungscanal der Napfſchnecke iſt in Fig. 196 abgebildet. M iſt die Mundöffnung; T die nach hinten zuſammengefaltete Zunge; O der Schlund, und S der Magen, von welchem, wie man ſieht, ein langer gewundener Darmcanal ausgeht. Alle die Windungen dieſes Organes, ſo wie auch der Magen ſelbſt, ſind von der Subſtanz der Leber umfloſſen, oder beſſer, in dieſelbe hineingeſenkt; dieſe iſt das größte Organ des Körpers dieſes Thieres.

Der Pleurobranchus Peronii (Cuv.) zeichnet ſich durch ſeine zahlreichen und vielgeſtalteten Digeſtionsorgane aus. Man ſieht ſie in Fig. 197 geöffnet, wo C der Kopf iſt, G der Muskelmagen, P ein faltenreicher Verdauungsmagen, der dem dritten Magen der wiederkäuenden Säugethiere entſpricht, und D eine vierte blinddarmähnliche Höhle, in welcher das Werk der Verdauung vollendet wird. Bei T findet man einen Communicationscanal zwiſchen dem Kopfe und dieſer letztern Höhle; B iſt die Stelle, wo die Gallengänge einmünden.

Bei den Chephalopoden (ſepienartigen Mollusken) iſt die Structur dieſer Organe ſehr complicirt. Hier findet ſich ein Kropf im Muskelmagen und ein ſpiralförmig gewundener Blinddarm. Bei dieſen Thieren treffen wir auch eine Spur eines andern Hülfsorganes, der Bauchſpeicheldrüſe, an, welche eine Flüſſigkeit ſecernirt, die zu der Aſſimilation des Futters viel beiträgt. Dieß Organ finden wir mehr und mehr entwickelt, je weiter wir in der Reihe der Thiere emporſteigen. Es nimmt nach und nach einen drüſenartigen Character an und ſcheidet eine wäſſerige Flüſſigkeit aus, welche ſowohl in Abſicht auf ihre phyſiſchen als

*) In den Gallengängen der Thiere dieſer Claſſe findet man häufig durchſcheinende cryſtalliniſche Nadeln, deren Beſchaffenheit und Nutzen noch völlig unbekannt iſt.

chemischen Charactere sehr viele Aehnlichkeit mit dem Speichel hat. Man hat die Hypothese aufgestellt, daß wohl manche Gefäße welche mit dem obern Theile des Nahrungscanales der Insecten in Verbindung stehen, und Gallengefäße genannt wurden, in Wahrheit eine Flüssigkeit bereiten möchten, die mehr die Eigenschaften des pankreatischen Saftes als der Galle haben.

Der Nahrungscanal der Fische ist im Allgemeinen dadurch ausgezeichnet, daß er verhältnißmäßig kurz ist, und der Magen hängt oft auf eine solche Weise mit den Eingeweiden zusammen, daß man keine genau unterscheidbare Grenzlinie zwischen diesen beiden Organen wahrnehmen kann. Die Blinddärme sind durchgängig groß und zahlreich; und eine Anzahl von röhrenförmigen Organen findet man meistens verbunden mit dem Pförtner; sie heißen Pförtneranhänge (appendices pyloricæ) und haben, wenigstens in Absicht auf ihre Lage, die größte Aehnlichkeit mit den Lebergefäßen oder Bauchspeichelgefäßen der Insecten. Eine eigentliche Bauchspeicheldrüse findet man bei dieser Thierclasse nur bei der Ordnung der Knorpelfische und bei den Rochen- und Haigattungen. Bei einigen Fischarten trifft man ebenfalls eine Gallenblase an, welche aber nicht regelmäßig in dieser Classe vorkommt.

Sowohl bei den Fischen als auch bei den Reptilien, welche beide kaltblütige Thiere sind, geht der Verdauungsproceß weit langsamer vor sich, als bei den mit energischeren Lebenskräften begabten Vögeln und Säugethieren; und vergleichungsweise ist die Länge des Nahrungskanales bei den erstern (den Fischen) beträchtlicher, als bei den letztern (den Reptilien) *), aber die Hauptunterschiede in diesen Verhältnissen hängen von der Art des verzehrten Futters ab, indem der Nahrungscanal immer bei den fleischfressenden Gattungen am kürzesten ist **). Da der Frosch in den verschiedenen Stadien seines Wachsthu-

*) Dieß ist unrichtig, es sollte umgekehrt heißen. Den längsten Darmcanal hat unter den Reptilien Rana pipiens L. Er verhält sich zum Körper wie 1 : 5,3, und den längsten unter den Fischen hat Mugil cephalus, dessen Verhältniß ist wie 1 : 3,8. Siehe Cuvier, Leçons d'anatomie comparée, T. IV, part. II, p. 202, 204. Anm. d. Uebers.

**) Siehe Home's Lectures etc., 1, 401.

mes von durchaus verschiedenen Nahrungsmitteln lebt, so finden wir, daß die Structur seines Nahrungscanales gerade so wie wir es beim Schmetterlinge gesehen haben, während dieser Verwandlungen einer materiellen Veränderung unterworfen ist. Der Darmcanal der Kaulquappe ist sehr lang und in eine runde, aus zahlreichen Windungen bestehende Masse aufgerollt, wie man ganz leicht bei der Untersuchung desselben durch ein starkes Vergrößerungsglas wahrnehmen kann, weil die Haut des Thieres durchsichtig ist. Während seiner allmähligen Verwandlung in einen Frosch wird dieser Kanal mehr seiner Länge nach entwickelt, so daß er, wenn das Thier seine vollkommene Gestalt erreicht hat, in der Bauchhöhle nur eine einzige Krümmung macht.

Auf ähnliche Weise entspricht die Länge des Darmcanales der Beschaffenheit der Nahrungsstoffe bei den Vögeln. An dem Ende der dünnen Gedärme sind gewöhnlich zwei Blinddärme vorhanden, die bei den hühnerartigen und bei den Schwimmvögeln von großer Länge sind. Die des Straußes enthalten in ihrem Innern eine spiralförmige Klappe. Sir E. Home ist der Ansicht, daß bei diesen Thieren die Funktion des Pförtnertheiles des Magens durch den obern Theil des dünnen Darmes ausgeführt werde.

Bei den Gedärmen der Säugethiere trifft man Einrichtungen an, die offenbar den Zweck haben, den zu raschen Durchgang der in ihnen enthaltenen Stoffe zu verhüten; diese Einrichtungen sind bei pflanzenfressenden Thieren und bei solchen, deren Nahrungsmittel wenig nährende Stoffe enthalten, weit mehr ausgebildet, als bei Fleischfressern, so daß während des Durchganges des Futterbreies so viel als möglich aus ihm ausgezogen wird. Sir E. Home hat die Bemerkung gemacht, daß der Grimmdarm oder das dicke Gedärme derjenigen Thiere, welche von einer Futtergattung leben, um so länger ist, je weniger oft das Thier Nahrung aufzunehmen pflegt. So beträgt die Länge des Grimmdarms des Elephanten nur 26½ Fuß, während der des Dromedars, das die öden Wüsten Arabiens durchwandert, 42 Fuß mißt. Dieser Contrast hebt sich noch weit mehr bei den Vögeln heraus. Der Casuar von Java, welcher mitten unter

dem reichlichsten Ueberfluß von Futter lebt, hat einen nur fußlangen Grimmdarm und zwei Blinddärme, deren jeder sechs Zoll lang ist, und einen Viertelzoll im Durchmesser hat. Der afrikanische Strauß hingegen, welcher Gegenden bewohnt, wo oft ein beträchtlicher Futtermangel eintritt, hat einen 45 Fuß langen Grimmdarm; ein jeder seiner Blinddärme ist zwei Fuß neun Zoll lang und hat an seiner weitesten Stelle einen Durchmesser von drei Zoll. Außerdem findet man im Innern dieser beiden Höhlen breite Klappen *).

Vergleicht man die Structur der Verdauungsorgane des Menschen mit der anderer, zu der Classe der Säugethiere gehörigen Thiere, so geht hervor, daß sie zwischen dem Verhalten der rein fleischfressenden und ausschließlich pflanzenfressenden Thiere in der Mitte stehen und in gewisser Art die jenen beiden zukommenden Charaktere vereinigen. Der menschliche Magen ist auch in der That nicht fähig, weder auf der einen Seite die zähen, holzartigen Fasern der Vegetabilien, noch auf der andern Seite das feste Gewebe der Knochen zu verdauen; immerhin aber im Stande, einen größern Kreis nährender Substanzen in die Sphäre der Nahrungsmittel hereinzuziehen, als dieß die Digestionsorgane irgend eines andern Thieres vermögen. Diese Anwendung einer verschiedenartigen Masse von Futterstoffen kann man auch schon aus der Form und Richtung der Zähne erkennen, welche mehr als bei jedem Säugethiere in dieser Hinsicht in der Mitte zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern stehen und die Vortheile beider vereinigen; hierin sind nur die Affengattungen dem Menschen ähnlich, bei welchen aber die Zähne nicht wie beim Menschen in beiden Kinnladen eine ununterbrochene Reihe bilden. Zu diesen Eigenthümlichkeiten kommt noch hinzu, daß bei dem Menschengeschlechte der Tastsinn durch eine größere Menge von Gegenständen affizirt zu werden scheint, als bei allen andern Thieren. Alles dieß zeigt

*) Siehe Home's Lectures etc. 1, 470. In der hier gegebenen Abhandlung über die Verdauungsorgane habe ich vorsätzlich der Milz gar nicht erwähnt, weil das Wesen ihrer Funktion noch nicht mit Gewißheit ausgemittelt ist, obgleich sie sonder Zweifel eine bestimmte Beziehung zu der Verdauung hat.

uns, daß die Natur den Menschen zu einem Alles fressenden Thiere gemacht und ihm dadurch das Vermögen gegeben hat, sein Leben überall zu fristen, wo er sich die Materialien seines Unterhaltes verschaffen kann, sey ihre Natur welche sie wolle, animalisch oder vegetabilisch, oder ein Gemisch von beiden. Jedes Clima liefert ihm Nahrungsmittel und daher kann er sein Geschlecht nach jeder Gegend des Erdbodens verpflanzen und seine Herrschaft über jede zugängige Region desselben ausbreiten. Wir können daher sowohl aus der Betrachtung der eigenthümlichen Struktur der zur Vitalität im engern Sinne als auch zur Mechanik des menschlichen Körpers gehörigen Organe den Beweis hernehmen, daß sie eine Beziehung zu höhern Eigenschaften haben, zu Thätigkeitsäußerungen, welche der höchstbegünstigten Thiergattung der Schöpfung eigen sind *).

*) Zusatz des Uebersetzers. Wir wollen zur Vervollständigung der hier gegebenen Lehre von der Verdauung den ganzen chemisch mechanischen Lebensproceß, welchen die Nahrungsmittel während ihres Durchganges durch den Nahrungskanal zu durchlaufen haben, im Wesentlichen zusammenfassen. Nachdem die Nahrungsmittel in die Mundhöhle aufgenommen worden sind, so reizen sie durch ihre den Geschmacksorganen angenehmen Eindrücke die in der Zunge befindlichen Geschmacksnerven. Die Zunge hat nun dreierlei Funktionen zu verrichten: erstens die Nahrungsmittel in den Bereich der zermalmenden Backzähne zu bringen und sie daselbst mit Hülfe der Backenmuskeln festzuhalten, zweitens, die gekauten Nahrungsmittel gegen den harten Gaumen anzudrücken, um sich der Geschmackseindrücke zu vergewissern und das Wohlbehagen, das ihr diese verursachen, mit gehöriger Muße zu genießen, und endlich auf ihrem Rücken die gekauten Nahrungsmittel zu einem Bissen zusammenzufassen und somit den Schlingorganen zu übergeben. Damit diese Funktionen gehörig von Statten gehen, wird von den Speicheldrüsen in die Mundhöhle eine schwach alkalinisch reagirende Flüssigkeit, der Speichel, ergossen, mittelst welchem die Nahrungsmittel in einen Brei verwandelt und so für der Magen vorbereitet werden. Die richtige Vermischung der Speisen mit dem Speichel ist von der größten Wichtigkeit, daher Menschen, welche die Nahrungsmittel zu wenig gekaut verschlingen, oder während des Essens zu viel wässerige Flüssigkeit aufzunehmen gewohnt sind, immer schlechter verdauen, als solche, die die Speisen gehörig kauen und einspeicheln, ohne sich des zu häufigen Gebrauches fremdartiger, den Speichel und Magensaft verdünnender und verändernder Flüssigkeiten zu bedienen. Wenn die Speisen gehörig gekaut und in eine Art von dickem Brei verwandelt worden sind, so werden sie am Grunde der Zunge in einen Bissen gesammelt, und so den Schlingwerkzeugen zur weitern Beförderung in den Magen übergeben, dabei nöthigt uns ein gewisses Gefühl der Unbehaglichkeit, den gewonnenen Brei hinabzuschlingen. An dem Grunde der Zunge sind aber zwei abwärts führende Kanäle bemerkbar; einmal die Luftröhre, welche in die Lunge führt und dann der hinter ihr gelegene Schlund, welcher mittelst der Speiseröhre mit dem Magen in Verbindung steht. Damit keine Speisen oder Getränke in die Luftröhre gelangen können, ist diese durch einen eigenthümlichen Deckel, dem Kehldeckel, verwahrt, der, während nicht

IX. Capitel.

Von der Aufsaugung des Milchsaftes.

Der Chylus, von dem wir so eben gesprochen haben, ist eine Flüssigkeit von gleichförmiger Consistenz und von vollkommen milder und reizloser Beschaffenheit. Seine Elemente sind genau

geschluckt wird, gleich dem Deckel einer Zündpfanne an einer Flinte mit Feuerschloß, aufwärts gegen das von dem harten Gaumen herunter hängende Gaumensegel hin geöffnet steht, durch den von der Zunge herkommenden Bissen aber auf die Oeffnung des Kehlkopfes genau angedrückt wird. Hat der Bissen diesen Deckel passirt, so wird er von dem muskulösen Trichter, welchen man Schlundkopf nennt, aufgenommen und durch diesen in die Speiseröhre und den Magen gebracht. Am Grunde der Zunge verengert sich die Mundhöhle und bildet dadurch den Isthmus faucium, oder die Schlundenge, welche mit dem Gaumensegel in Verbindung steht und aus Muskelfasern zusammengesetzt ist, die sich gleich hinter dem Bissen zusammenziehen und ihm den Rücktritt in die Mundhöhle verwehren. Der Schlundkopf und die Speiseröhre bestehen ebenfalls aus solchen theils kreisförmig, theils der Länge nach angelagerten Muskelfasern, die ebenfalls die Bestimmung haben, den Bissen durch regelmäßig aufeinanderfolgende Zusammenziehungen hinter ihm, weiter zu treiben. Bis auf einen gewissen Grad sind diese Muskelpartien dem Willen unterthan, so daß man im Stande ist, den Bissen, wenn er eine gewisse Grenze noch nicht überschritten hat, wieder herauszuwerfen; ist dieß aber geschehen, so muß er, man mag wollen oder nicht, in den Magen hinabsteigen.

Der Bissen kommt durch die regelmäßigen Zusammenziehungen des Schlundes und der Speiseröhre in den Magen immerwährend angefeuchtet durch den von den vielen Schleimdrüschen dieser Organe ergossenen Schleim. Man muß aber nicht denken, daß er hier ruhig liegen bleibe; im Gegentheil wird er immerwährend durch die verschiedenen Zusammenziehungen dieses Organes hin und hergetrieben bis zu der Vollendung der Verdauung. Ja, man will beobachtet haben, daß Theile der schon im Magen befindlichen Nahrungsstoffe immer wieder auf eine geringe Höhe in die Speiseröhre zurückgetrieben werden, so daß ein immerwährendes Auf- und Abwogen der Nahrungsstoffe angenommen werden kann, bis sie in Chymus verwandelt sind. Von der eigenthümlichen Anordnung der Muskelfasern des Magens, wodurch offenbar dieser Prozeß unterstützt wird, so wie von den zeitweisen Einschnürungen desselben, ist bereits gesprochen worden. An eine Zerreibung der Nahrungsmittel ist aber bei den gänzlich membranösen Magen der Säugethiere nicht zu denken.

Der Magen ist ein sehr nerven- und blutgefäßreiches Organ. Seine Wandungen haben aber in den meisten Fällen keine drüsigen Apparate, wodurch man sich die Absonderung des Magensaftes erklären könnte. Der Magensaft ist nach den besten Untersuchungen eine ganz eigenthümliche Flüssigkeit, die nicht nur die im Magen enthaltenen Nahrungsstoffe auf das innigste durchdringt, sondern sich chemisch mit ihnen verbindet und ihr ganzes Wesen verändert. Er verhindert die Fäulniß derselben und löst sie zu einer homogenen Masse auf. Gewöhnlich reagirt er sauer und enthält Essigsäure und Salzsäure. Außer dem

in einen ſolchen Zuſtand chemiſcher Vereinigung gebracht worden, der ihn fähig macht, an jeden Theil des Syſtemes behufs der

Magenſaft ergießt ſich zuweilen Galle in den Magen und ſcheint zur Chymusbildung Einiges beizutragen. Die Zeit, in welcher Nahrungsſtoffe verdaut werden, iſt verſchieden. Nach den hierüber gemachten Verſuchen verlieren weiche, viel Fett enthaltende Subſtanzen ſchneller an Gewicht als rauhe und harte; hiernach läßt ſich aber nicht die leichtere Verdaulichkeit beſtimmen. Schweinefleiſch wird ſchneller verdaut als Kalbfleiſch, iſt aber deßhalb nicht leichter verdaulich. Der Grund liegt darin, daß im Magen ſich viele Venen und abſorbirende Gefäße befinden, wodurch flüſſige oder ſich leicht verflüſſigende Subſtanzen ſchnell aufgeſogen und in die allgemeine Blutmaſſe gebracht werden. Dieß gilt namentlich von Fetten, die als ſolche wieder im Blute erkannt werden können. Die Art, wie der gebildete Chymus in den Gallendarm gelangt, iſt bereits beſchrieben worden.

Der übrige Nahrungscanal theilt ſich ab in den Dünndarm und den Dickdarm, zu dem Dünndarm gehört: der Gallendarm (Zwölffingerdarm), der Leerdarm und Krummdarm; zu dem dicken Gedärme der Blinddarm, der Grimmdarm und der Maſtdarm. Der Dünndarm iſt durch ſeine ſehr gefäßreiche Schleimhaut ausgezeichnet. An dieſer entdeckt man ſehr zahlreiche kleine Zotten, zwiſchen denen ſich außerordentlich feine Drüschen, die ſogenannten Lieberkühnſchen Drüſen, befinden. Hier und da ſind noch mehrere zerſtreute größere Drüſen vorhanden, welche die Peyerſchen und Bronnerſchen Drüſen heißen, und deren erſtere haufenweiſe beiſammenſtehen, während die letztern einzeln auf der Schleimhaut des Darmes vorkommen; dieſe Drüſen ſtellen einen zuſammengeſetzten Apparat dar, der dazu beſtimmt iſt, Schleim und einen eigenthümlichen Saft, den Darmſaft, abzuſondern. Neben dieſen Abſonderungen ergießen ſich noch in den Dünndarm zwei zur Verdauung höchſt wichtige Säfte, deren einer die von der Leber ſecernirte Galle, der andere aber der von der Bauchſpeicheldrüſe herrührende Bauchſpeichel iſt. Dieſe beiden letztern Säfte ergießen ſich mit einander unweit des Pförtners in den Gallendarm. Die Galle enthält einen eigenthümlichen fetten Stoff, das Gallenfett, etwas braunes klebriges Harz, das Gallenharz, einen ſüßen Stoff, das Gallenſüß, ſpeichelartige Materie, Schleim, einen Farbeſtoff, Gallenbraun genannt, Oelſäure, Salze und andere Stoffe; der Bauchſpeichel iſt eine farbloſe eiweißartige Flüſſigkeit von gering ſalzigem Geſchmacke, welche etwas weniges ſauer reagirt und aus Waſſer, Osmazom, Eiweißſtoff, Käsſtoff, eſſigſaurem, ſalzſaurem und ſchwefelſaurem Natron beſteht.

Dieſe beiden in ihren Miſchungsverhältniſſen ſo ſehr abweichenden Stoffe werden dem in Speiſenbrei verwandelten Inhalte des Magens beigemiſcht. Nach dieſer Beimiſchung findet man, daß der Inhalt des Darmcanales ſich in zwei Theile ſcheidet, den Nahrungsſaft, Chylus, und den excrementiellen Stoff. Der Nahrungsſtoff wird nun durch die wahrſcheinlich bis in die Darmzotten ſich erſtreckenden außerordentlich feinen Lymphgefäße aufgeſogen, um in den lymphatiſchen Drüſen immer mehr animaliſirt und endlich der Blutmaſſe mitgetheilt zu werden. Zu dem Behufe der Animaliſirung dieſes Nahrungsſaftes dienen außer den lymphatiſchen Drüſen wahrſcheinlich noch einige Organe, die dem äußern Baue nach zwar die größte Aehnlichkeit mit Drüſen beſitzen, ſich von dieſen aber dadurch unterſcheiden, daß ſie keine Ausführungsgänge beſitzen; ſolche ſind die Milz, die Thymusdrüſe, die Schilddrüſe, die Nebennieren u. ſ. w. Der Dickdarm zeichnet ſich durch den Mangel an Darmzotten aus, beſitzt aber dagegen an ſeiner innern Oberfläche kleine Zellen, welche in regelmäßigen Rei-

Ernährung ausgetheilt zu werden. Bei allen untern Thierclassen ist er durchscheinend, der Chylus der Säugethiere aber enthält häufig eine Menge kleiner Kügelchen, welche ihm eine weiße milchartige Farbe ertheilen. In Hinsicht seiner chemischen Zusammensetzung scheint er mit dem Blute verwandt zu seyn, in das er nachher verwandelt wird. Nach einigen hierüber von meinem so verehrten Freunde Dr. Marcet gemachten Versuchen scheint es, daß der Chylus von Hunden, welche blos von animalischer Nahrung gefüttert werden, immer milchartig ist, während er bei denselben Thieren beinahe durchsichtig und farblos ist, wenn sie nur vegetabilische Nahrungsstoffe aufnehmen *).

Der auf der innern Fläche der Gedärme sich ablagernde Chylus wird durch die Milchgefäße aufgesogen, welche mit sehr kleinen unzählbaren Mündungen beginnen, sich nach und nach zu größern Gefäßstämmen vereinigen und am Ende Gefäße von beträchtlicherer Größe bilden. Sie gehen zwischen den Falten einer sehr feinen und zarten Membran hindurch, welche die Eingeweide an die Wirbelsäule anheftet und Gekröse heißt. Der Nutzen dieses Gekröses scheint der zu seyn, den Gedärmen denjenigen Grad von Freiheit zu verstatten, der zur Ausführung ihrer Funktionen erforderlich ist. In dem Gekröse gehen die Milchgefäße durch gewisse drüsenähnliche Körper hindurch, welche die Gekrösdrüsen heißen und wahrscheinlicherweise den Zweck haben, den Chylus auf eine Weise zu verändern, daß er dem Blute nach und nach ähnlicher wird.

Die Gekrösdrüsen des Wallfisches enthalten große sphärische Höhlen, in welche die Milchgefäße einmünden, wahrscheinlich, da-

hen und in bestimmten Abständen von einander angelagert sind. Die Funktion dieser Zellen ist unbekannt. Im Uebrigen theilt sich der Dickdarm ab in den Blinddarm, den Grimmdarm und den Mastdarm und ist mit Ausnahme des letztern dadurch charakterisirt, daß seine der Länge nach verlaufenden Muskelfasern sich in drei Bündel abtheilen und bedeutend kürzer sind, als der Darm, so daß derselbe an diese drei Bündel aufgefaßt erscheint und mehrere Falten bildet. Die Auffaugung im Dickdarm scheint geringer zu seyn, es läßt sich aber nicht läugnen, daß der Blinddarm bei manchen Thieren, wie z. B. beim Pferd, oft die Rolle eines zweiten Magens übernimmt. An der Stelle, wo sich der Blinddarm mit dem Dünndarm verbindet, findet sich eine Klappe, welche durch Hereinragung der beiden freien Enden des Dünndarmes gebildet wird.

*) Medico-Chirurgical Transactions, VI, 630.

mit ihr Inhalt mit einem aus diesen Drüsen herrührenden Safte vermischt werde. Bei den Landthieren findet man kein ähnliches Beispiel dieser Art *).

Blos bei den Wirbelthieren trifft man Milchgefäße an. Bei den Fischen bestehen sie aus einzelnen Röhren, die nicht einmal, wie dieß bei bei andern Thieren der Fall ist, mit Klappen versehen sind, oder doch, wenn sie dergleichen besitzen, sie in einem rudimentartigen Zustande haben, wodurch die in ihnen enthaltene Flüssigkeit nicht gehindert wird, frei in einer rückgängigen Richtung hindurchzugehen. Bei den Vögeln und Säugethieren sind diese Klappen vollkommen wirksam und außerordentlich zahlreich, so daß sie den Milchgefäßen, wenn sie mit Flüssigkeiten ausgedehnt sind, das Ansehen von Perlenschnüren verleihen. Die Wirkung dieser Schleußen, welche auf diese Weise in kurzen Zwischenräumen angebracht sind, ist die, daß jeder Druck, welcher von Außen auf die kleinen Gefäße angebracht wird, dahin wirkt, die in ihnen enthaltene Flüssigkeit nach der Richtung hin, wohin sie sich bewegen soll, zu treiben. Es ist daher sehr leicht begreiflich, daß Bewegung die Fortschaffung des Chylus unterstützt. Die Drüsen sind bei den Säugethieren zahlreicher und angehäufter als bei den andern Classen angehörigen Thieren.

Von den Gekrösdrüsen aus wird der Chylus durch Anastomosirung der Milchgefäße in ein Behältniß gebracht, welches Chylusbehältniß (Receptaculum chyli) genannt wird und aus welchem der Milchbrustgang (Ductus thoracicus) entspringt **). Dieser verläuft längs der Seite der Wirbelkörper in einer Lage, wodurch er den besten Schutz vor Druck oder Eingriffen der Außenwelt hat, und mündet in eine große, direkt mit dem Herzen in Verbindung stehende Blutader.

Bei den wirbellosen Thieren, welche ein cirkulatorisches Gefäßsystem haben, geschieht die Aufsaugung des Chylus nicht durch die Milchgefäße, sondern durch Venen.

Die Sanguifikation des Chylus oder der Vorgang, mittelst

*) Diese Angabe ist ohne Gewährsmann; aber eben so auffallend, als einige frühere über dieses Thier. Anm. d. Uebers.

**) Dieser Gang ist zuweilen doppelt.

welches derselbe in Blut verwandelt wird, findet während des Kreislaufes statt, und wird vornehmlich durch die Einwirkung der athmosphärischen Luft in gewissen, nachher zu beschreibenden, Organen bewirkt, wo eine Thätigkeitsäußerung statt findet, welche mit der Luftaufnahme der Pflanzen manche Aehnlichkeit hat. Bei allen Wirbelthieren hat das Blut eine rothe Farbe, so wie bei den meisten Anneliden; in allen andern zu den wirbellosen Thieren gehörigen Familien aber ist es weiß oder farblos. *) Wir wollen gegenwärtig den Nahrungssaft als schon in Blut verwandelt betrachten und zu der Beschreibung der Mittel und Wege übergehen, mittelst welcher dieser Saft dem ganzen System mitgetheilt wird.

X. Capitel.

Vom Kreislauf.

§. 1. Vom Kreislauf ohne Gefäße.

Das Thierleben besteht in Wirkungen und Gegenwirkungen zwischen den festen und flüssigen Theilen des Körpers, und erfordert daher zu seinem Unterhalte einen beständigen Uebergang von Nahrungssäften von einem Theile zum andern, die in ihren Thätigkeitsäußerungen dem Grade der Veränderungen entsprechen, welche in einem organisirten Systeme immer Statt haben. Wir finden daher beinahe beständig, daß in den nährenden Flüssigkeiten eine kreisende Bewegung statt findet und der Effect, welcher das Resultat dieser regelmäßigen Bewegungen ist, wird der Kreislauf genannt. Manche Zwecke von der größten Wichtigkeit werden durch die Ausführung dieser Funk-

*) Vauquelin hat beobachtet, daß bei manchen Thieren oft schon der Chylus eine rothe Färbung hat.

tion erfüllt; der wichtigste derselben ist, daß jedes Organ durch Hülfe des Kreislaufs mit den für seine Entwicklung sein Wachsthum und die Erhaltung seiner Gesundheit nothwendigen Nahrungstheilchen versehen werde, und daß besonders die Drüsen so wie auch die andern Secretionsorgane mit den Materialien versehen werden, welche sie zu Bereitung gewisser Producte, worin eben ihre Hauptfunction besteht, nöthig haben. Ein zweiter wesentlicher Zweck, der durch den Kreislauf erfüllt wird, ist der, die Nahrungssäfte gewissen Organen zuzuführen, in welchen sie der Einwirkung des in der athmosphärischen Luft erhaltenen Sauerstoffgases unterworfen werden; ein Vorgang, welcher bei allen warmblütigen Thieren, bei denen das Blut rasch und energisch cirkulirt, dazu beiträgt, durch das ganze System die hohe Temperatur zu erhalten und zu verbreiten, welche für die größere Energie der Funktionen desselben nothwendig ist. Daraus folgt nun nothwendiger Weise, daß die eigenthümliche Art, auf welche der Kreislauf bei jeder besonderen Thiergattung vor sich geht, auf alle Funktionen des Körpers Einfluß haben muß, und daher in der Feststellung ihres physiologischen Charaktes ein wesentliches Element bildet. Wir finden daher, daß unter den Merkmalen, welche Systematiker aufgesucht haben, um große Abtheilungen im Thierreiche zu begründen, das größte Gewicht auf diejenigen gelegt wurde, welche in den Abweichungen der Structur der Organe des Kreislaufes ihren Grund haben.

Ein umfassender Ueberblick über die verschiedenen Thierclassen, gerade in Beziehung auf diese Lebensfunktion, gibt uns das beste Mittel an die Hand zu unterscheiden, wie sich die Organe regelmäßig und gradweise vervielfältigen, je mehr wir von den niederen Thierklassen zu den höheren aufsteigen. Betrachten wir nun, wie sowohl hier als auch in andern Kreisen der Haushaltung der Natur keine Veränderung plötzlich, sondern immer langsam und stufenweise von Statten geht. Bei den niedersten Gattungen der Zoophyten (Pflanzenthiere) kann man in Absicht auf die Art und Weise, wie die Ernährung vor sich geht, kaum eine Abweichung von der entdecken, die wir im Pflanzenreich an-

getroffen haben, wo, wie wir bereits gesehen haben, die ernährenden Flüssigkeiten, anstatt auf Gefäße beschränkt zu seyn, das gesammte Zellgewebe zu durchdringen scheinen, und auf diese Weise die festen Theile unmittelbar mit dem erforderlichen Materiale versehen. Denn bei den einfacher construirten Gattungen der Polypen, Infusionsthierchen, Medusen und Eingeweidewürmer wird die Flüssigkeit, welche durch die zur Verdauung bestimmten Höhlen geliefert wurde, offenbar von den festern Organen unmittelbar eingesogen, ohne vorher in andern und allgemeinern Höhlen sich zu sammeln, nachdem sie die Seitenwände dieser Organe durchdrungen hatte. Diese Art der Ernährung, welche nur der torpiden und halb vegetabilischen Natur der Pflanzenthiere eigenthümlich ist, wird im Gegensatz zu der Ernährung durch den Kreislauf, die Ernährung durch Einsaugung genannt. Unter dem Systeme des Kreislaufes versteht man aber nicht nur eine Anzahl von Kanälen, wie bei den Medusen, wo offenbar die Flüssigkeiten nicht wirklich cirkuliren, sondern ein System von untereinander anostomosirenden Gefäßen, die aus häutigen Röhren bestehen, innerhalb welcher sich eine Flüssigkei, in beständigem Kreislaufe bewegt.

Diese so eben gemachten beiden Unterschiede sind aber von der Art, daß wir, genau genommen, uns nicht stark auf dieselben stützen dürfen, und sind vielleicht mehr in der Unvollkommenheit der Mittel, mit welchen wir untersuchen, als in wirklichen, in der Natur jener Vorgänge selbst liegenden Verschiedenheiten begründet. Wenn die Säfte — seyen es nun Pflanzen- oder Thiersäfte — durchscheinend sind, so sind die Bewegungen derselben dem Auge unzugänglich, und können nur durch künstliche Mittel in den Kreis der Perceptionskraft des Auges gebracht werden; enthalten sie aber Kügelchen, die in Absicht auf ihre Dichtheit von der Flüssigkeit verschieden sind, und daher das Licht reflectiren können, wie es bei den Säften der Chara und Caulinia der Fall ist, so haben wir unter unsern Augen den Beweis der Existenz von Strömungen, welche, so lange die Pflanze lebt und gesund ist, einen beständigen Lauf verfolgen und einen regelmäßigen und begränzten Umlauf darbieten. Alle Pflanzen, welche milchartige Säfte

haben, bieten uns dieses Phänomen dar. Obgleich der Umkreis dieser im Pflanzenreiche vorkommenden Strömungen sehr begränzt ist, im Vergleiche mit der Größe der Pflanzen, so gibt er uns doch ein Beispiel von der Tendenz, welche die nährenden Flüssigkeiten organisirter Gebilde haben, sich in einem Kreise zu bewegen, selbst dann, wenn sie nicht in Gefäße oder schmale Kanäle eingeschlossen sind; immerhin aber hat diese Rotationsbewegung, wie man sie genannt hat, sey ihre Ursache welche sie wolle, eine bestimmte Richtung. Die Strömungen kehren in sich selbst zurück und fahren ohne Unterbrechung fort, so daß sie die größte Aehnlichkeit mit den drehenden Bewegungen besitzen, welche der Electromagnetismus zuweilen in den Flüssigkeiten hervorbringt. *)

Bewegungen, die in Absicht auf ihre ganze äußere Erscheinung viele Aehnlichkeit mit den Rotationsströmungen der Vegetabilien haben, wurden in neuerer Zeit bei einer großen Anzahl von polypenartigen Pflanzenthieren durch Liſter entdeckt, der seine Beobachtungen in einer Abhandlung mittheilte, die vor Kurzem der Royal Society vorgelesen wurde. Folgendes sind in Allgemeinen seine Resultate. In einem hundertfach vergrößerten Exemplare der Tubularia indivisa sah er in dem röhrigten Stamm des Polypen eine Strömung von Theilchen, die in Absicht auf Stetigkeit und Folgerechtigkeit die größte Aehnlichkeit mit der Circulation des Pflanzensaftes der Chara darboten. Ihre Strömung war im Allgemeinen den sichtbaren Spirallinien gleichlaufend, welche von den unregelmäßigen Sproßen auf der Oberfläche der Röhre ausgiengen, und an der einen Seite auf, an der andern abwärts stiegen. Jede der sich entgegengesetzten Strömungen nahm zur Hälfte den Umkreis der cylindrischen Höhle ein. An den Knoten oder zusammengezogenen Theilen der Röhre bemerkte man in den Strömungen leichte Wellenbewegungen, und an jedem

*) Die Aehnlichkeit damit ist so schlagend, daß mehrere Physiologen in Versuchung waren, diese Bewegungen der Wirkung der Elektricität zuzuschreiben; eine Hypothese, welche aber durchaus keinen genügenden Grund zu haben scheint.

Ende der Röhre sah man, daß die Theilchen sich im Kreise der andern Seite zu bewegten. In verschiedenen Gattungen der Sertularia fließt die Strömung nicht beständig nach einer und derselben Richtung hin; denn nach einiger Weile wird die Bewegung des Saftes geringer, er stockt dann entweder oder bekommt unregelmäßige Wellen, ehe er die entgegengesetzte Richtung annimmt, gerade so, wie das Meer bei der Ebbe und Fluth. Werden die Strömungen in irgend einem Theile des Stammes geflissentlich unterbrochen, so gehen dennoch die in den Aesten ohne Unterbrechung und unabhängig von den übrigen vor sich. Der bemerkenswertheste Umstand, der an diesen Strömungen wahrgenommen wird, ist der, daß es scheint, als ob sie die Magenhöhle selbst durchwanderten. Der ganze Kreislauf geschieht so, daß diese Flüssigkeiten ohne ein bestimmtes sie veranlassendes Organ von der Achse des Stammes gegen die Organe sich hinbewegen, und von den Organen wieder in den Stamm zurückkommen. Aehnliche Erscheinungen hat Liſter bei den Campanularien und Plumularien beobachtet.

Bei einigen kleineren Crustaceengattungen sieht man mit Hülfe des Mikroskopes die Flüssigkeiten gleichsam vermöge eines freiwilligen Impulses im Körper sich umherbewegen, ungeachtet kein sie forttreibendes Organ vorhanden ist, und Kanäle oder röhrenförmige Organe jeder Art gänzlich fehlen. Ebenso bemerkt man diese Art des Kreislaufes ohne Gefäße in den Embryonen der verschiedenen Thiere in der frühesten Periode ihrer Entwicklung, ehe sich noch Gefäße gebildet haben.

§. 2. Vom Kreislauf innerhalb der Gefäße.

Die nächste Stufenfolge in der Entwicklung der Organe des Kreislaufes besteht in der Anwesenheit von Gefäßen, in welchen die Flüssigkeiten eingeschlossen sind, und durch welche die Schnelligkeit und Art ihrer Bewegung regulirt wird. Im Allgemeinen bilden diese Gefäße einen ununterbrochenen Kreislauf. Die ersten Rudimente einer Gefäßbildung finden wir bereits bei den Asterien (Seesternen). Diese Thiere, deren Gefäßsystem von Tiedemann entdeckt und beschrieben worden ist, haben in der

Reihe der Geschöpfe eine höhere Stellung, als die Medusen. Es ist jedoch kein lebensthätiger Kreislauf in den durch diese Gefäße gebildeten Kanälen zu bemerken, ob sie gleich mit der Höhle des Nahrungskanales und mit den Organen der Respiration in Verbindung stehen. Die Holothurien, welche ebenfalls zu der Ordnung der Echinodermen gehören, sind mit einem sehr complicirten Gefäßapparat versehen, dessen Functionen aber bis jetzt noch unbekannt sind. Bei denjenigen Gattungen der Eingeweidewürmer, wo ein deutliches Gefäßsystem sich erkennen läßt, scheinen die ihm angehörigen Kanäle eher Verzweigungen des Darmkanales zu seyn, als wirkliche Blutgefäße; denn man kann in denselben keine bestimmte Circulation wahrnehmen. Eine Organisation dieser Art haben wir bereits bei dem Bandwurme gesehen.*)

Es war bis auf die neuere Zeit die Ansicht unter den Naturforschern vorherrschend, daß alle wahren Insecten nur durch Einsaugung ernährt werden, und daß in ihrer Organisation die Säfte nicht in eigentlichen Gefäßen sich bewegen. Bei allen Thieren, welche zu dieser Classe gehören, findet man in allen Perioden ihrer Entwicklung ein röhrenförmiges Organ, welches die ganze Länge des Rückens einnimmt, und seine beiden Enden ausgenommen, an denen es sich zuspitzt, in seinem Durchmesser beinahe gleichförmig ist; dieses Organ heißt das Rückengefäß. Es enthält eine Flüssigkeit, welche mittelst Zusammenziehungen und Erweiterungen, die in den verschiedenen Theilen der Röhre statt finden, vorwärts und rückwärts geschoben zu werden scheint; zugleich ist es mit bandartigen Querstreifen versehen, welche offenbar Muskelfasern enthalten, und durch ihre Zusammenziehung diese pulsirenden Bewegungen erzeugen, oder doch wenigstens einen bedeutenden Einfluß auf dieselben haben. Eine vergrößerte Darstellung des Rückengefäßes des gemeinen Maikäfers (Melolontha vulgaris) in Verbindung

*) Siehe oben. Die Familie der Planarien bietet einige Ausnahmen von dieser allgemeinen Regel dar. S. Cuviers Annales des Sciences naturelles XV. 161.

mit dem dasselbe umgebenden Muskel- und Bänderapparate sehen wir von der untern Seite dargestellt Figur 198. A ist die zugespitzte Verlängerung der Röhre, welche sich gegen den Kopf des Insectes hin erstreckt. V einer der erweiterten Theile der Rückenportion des Gefäßes, welche man die Säcke desselben genannt hat; F eine der kleinen, sehnenartigen Falten, mit welchen die Bandstreifen in Verbindung stehen. L ist einer dieser Bandstreifen, welcher eine dreieckigte Gestalt hat und in Verbindung mit dem der andern Seite betrachtet, rautenförmig aussieht. Bei R stehen diese Bandstreifen in Verbindung mit den obern Segmenten des Unterleibs. Bei I sieht man eine Lage derselben Fasern, welche theils bandartig, theils muskelartig sind, unter dem Rückengefäße hindurch gehen und in Verbindung mit einer entsprechenden Lage von Fasern, welche über demselben liegen, eine Scheide bilden, die dieses Gefäß umschließt und an seiner Stelle befestigt. Diese unteren Lagen wurden an den andern Theilen des Gefäßes hinweggenommen, so daß man, wie es bei C der Fall ist, die oberen Lagen sehen kann.

Die Function, welcher das Rückengefäß vorsteht, muß, wenn man in Erwägung zieht, das dieses Organ ganz allgemein bei allen Insecten vorkommt, von der größten Wichtigkeit für die Lebensfunctionen dieser Thiere seyn, war aber lange Zeit in tiefes Dunkel gehüllt. Denn da es in Absicht auf seine Bildung und Lage die größte Aehnlichkeit mit den Rückengefäßen der Arachniden und Anneliden hat, welche offenbar mit Kanälen, die zum Kreislaufe bestimmt sind, in Verbindung stehen und pulsirende Bewegungen haben, die denen der Insecten sehr ähnlich sind; so war man leicht zu der Annahme berechtigt, daß dieses Organ auch bei den Insecten keine andere Bestimmung habe, als die erste Quelle einer Kreislaufs-Bewegung zu seyn. Diese Hypothese aber schien dadurch einen beträchtlichen Stoß zu erhalten, daß man nicht im Stande war, Gefäße zu entdecken, welche von ihm nach irgend einer Richtung hin ausgingen, noch Kanäle aufzufinden, welche die Bestimmung haben konnten, eine circulirende Flüssigkeit irgend einem Theile des Körpers zuzuführen.

Auch scheinen diejenigen Organe, welche bei Thieren, die offenbar einer viel niedrigeren Stufe angehören, wie der Magen, der Darmcanal, das Auge und andere Sinneswerkzeuge sehr gefäßreich sind, bei den Insecten durch Hülfsmittel gebildet und ernährt zu werden, welche von der Art, wie dieß bei den andern Thieren geschieht, durchaus abweichen,; und obgleich man endlich in dem Innern der Insecten sehr feine Verzweigungen von Luftgefäßen auf das Genaueste unterscheiden konnte, so gelang es doch trotz den eifrigsten Untersuchungen weder Cuvier noch andern Anatomen auch nur die geringste Spur von Blutgefäßen bei den Insecten zu entdecken, daher man auch annahm, daß gar keine vorhanden wären.

Wenn nun aber das Rückengefäß kein Organ des Kreislaufes ist, so bleibt uns die Frage zu beantworten, worin denn eigentlich seine Function bestehe. Marcelle de Serres, der sich viele Mühe gab, diesen Gegenstand zu untersuchen, kam zu der Behauptung, daß die Functionen dieses Organes darin beständen, die fettartige Materie abzusondern, welche man in der Unterleibshöhle der Insecten durchgängig in großer Quantität antrifft, und welche besonders in der Gegend des Rückengefäßes sich in großer Menge anhäuft. *) Eine genauere Untersuchung der Structur des Rückengefäßes selbst zeigte, daß in ihm ein Klappen-Apparat vorhanden sey. Es liegt auf der Hand, daß der einzige Zweck einer solchen Vorrichtung darin besteht, die in dem Gefäße enthaltene Flüssigkeit nach einer bestimmten Richtung hin zu bewegen und nothwendigerweise können daher die früher angenommenen, abwechselnden, wellenförmigen Bewegungen von einem Ende des Gefäßes zum andern nicht statt finden. Diese Klappen sind in Figur 199, welche einen vergrößerten Längendurchschnitt des Rückengefäßes darstellt, abgebildet, und erscheinen als halbzirkelförmige Falten (s, s), die von der innern Haut des Gefäßes herrühren und vermöge ihrer Stellung jede rückgängige Bewegung der enthaltenen Flüssigkeit verhindern

*) S. seine verschiedenen Abhandlungen über diesen Gegenstand in den Mémoires du Muséum d' histoire naturelle. Tom. IV. und V.

müssen. Diese Entdeckung von Klappen in dem Rückengefäß spricht nun wieder für die größere Wahrscheinlichkeit der Ansicht, daß das Rückengefäß nichts anderes, als das Hauptorgans einer Art von Kreislauf sey.

Durch die glänzenden Entdeckungen des Professors Carus ist die Anwesenheit eines Kreislaufes bei den Insecten außer allen Zweifel gesetzt worden. Er machte seine ersten Beobachtungen im J. 1824 von Agrion puello (einer Art Wasserjungfern). Er bemerkte in den durchsichtigen Theilen dieses Insectes und noch vieler anderer, zahlreiche Strömungen von Flüssigkeiten, welche durch Bewegung von Kügelchen, welche sie enthalten, sichtbar gemacht wurden. Diese Kügelchen schlängelten sich zwischen den Räumen durch, welche durch die Wandungen der allgemeinen Bedeckungen gebildet wurden; schienen aber durchaus nicht in regelmäßige Gefäße eingeschlossen zu seyn. Die an den Seiten des Körpers befindlichen Strömungen bewegen sich alle vom Kopfe weg, bis sie in die Nachbarschaft des hintern Endes des Rückengefäßes kommen, gegen welches hin sie alle convergiren; sodann sieht man, daß sie in dieses Gefäß hineingehen und durch die pulsirende Bewegungen desselben gegen das Kopfende zugetrieben werden. Dort angebracht verlassen sie das Rückengefäß wieder und zertheilen sich in verschiedene einzelne Strömungen, welche längs des Körpers herabsteigen und nachdem sie so ihren Kreislauf vollendet haben, wieder in das pulsirende Rückengefäß zurückkehren.

Dieser gemischte Kreislauf, welcher theils innerhalb eines Gefäßes, theils ohne Gefäße vor sich geht, ist am schönsten bei der Larve des Uferaases (Ephemera marginata)*) zu sehen, wo das Blut, nachdem es das vordere Ende des Rückengefäßes verlassen hat, einestheils in einem breiten Strome auf jeder

*) Dieses Insect ist abgebildet und beschrieben in Dr. Goring und Pritchard's Microscopic Illustration, und der Kreislauf desselben ist ganz im Detail dargestellt und durch eine vergrößerte Abbildung erläutert von Bowerbank in dem Entomological Magazine. I. 239; Tafel II.

Seite und unter diesem Gefäße nach hinten läuft, anderseits aber in zwei seitlichen Stämmen, welche an jeder Seite des Körpers schlangenförmig herunterlaufen, dem hinteren Ende des Rückengefäßes zugeführt wird, mit dem sie zusammenhängen. Diese letzteren Strömungen sind nun offenbar in Gefäße eingeschlossen und keineswegs der großen Hinterleibshöhle angehörig. Obgleich sie aber deutlich abgegränzt sind, so gestatten sie doch dem in ihnen enthaltenen Blute in diese Höhlen einzudringen und sich mit der vorhin beschriebenen, gefäßlosen Strömung zu vereinigen. Alle diese wandernden Strömungen finden früher oder später den Weg zum Rückengefäß, indem sie an verschiedenen Stellen seines Verlaufes, namentlich da, wo seine häutigen Wandungen nach innen umschlagen, um eine Klappe zu bilden, in dasselbe aufgenommen werden. An den Beinen, dem Schwanze und den Fühlfäden geschieht der Kreislauf mittelst Gefäßen, welche mit den Seitengefäßen des Körpers in Verbindung stehen, indem sie sich schnurförmig von ihnen entfernen, an einer Seite hinaufsteigend und an der andern wieder herabsteigend, um sich mit den nach hinten laufenden Gefäßen zu vereinigen, so daß die Strömungen in jedem Theile desselben nach verschiedenen Richtungen sich hinbewegen. Figur 200 stellt den Verlauf dieser paralellen Gefäße in einem der Fühlfäden der Frühlingsfliege (Simblis viridis) dreißigfach vergrößert dar. Das ganze System des Gefäßkreislaufes in diesem Insect, wovon die vorige Figur nur einen abgerissenen Theil zeigte, sehen wir in Figur 201, wo der Blutlauf durch Pfeile angedeutet ist. A sind die Strömungen in den Fühlfäden, W in den noch unausgebildeten Flügeln und T die in dem Schwanz befindlichen. In allen diesen Theilen bilden die Gefäße Schlingen, welche mit den Gefäßstämmen des Rumpfes in Verbindung stehen. Bei einigen Larven gehen diese Gefäßschlingen, welche die Seitenströmungen des Blutes führen, nur auf einige Entfernung in die Füße hinein, und kommen zuweilen nicht weiter, als zu den Oberschenkeln. Die Strömungen des Bluts in diesen Gefäßen gehen nicht gleichförmig von statten, sondern werden durch die Impulse, welche ihnen durch die Zusammenziehungen des Rückengefäßes, als dem

Hauptorgane ihrer Bewegung, mitgetheit werden, ſtoßweiſe verurſacht.

Je mehr das Inſect ſeiner vollkommenen Ausbildung ſich nähert und je weiter es in ſeinen Verwandlungen vorwärts kommt, deſto beträchtlicher ſind die Veränderungen, welche man in der Organiſation ſeines Kreislaufſyſtemes und in der Entwicklung der Thätigkeit der Functionen deſſelben wahrnimmt. Die Gefäße der Extremitäten und des Schwanzes obliteriren nach und nach; am Ende hört in ihnen alle Circulation auf, und das Blut ſcheint ſich mehr gegen die inneren Theile zurückzuziehen. In den Flügeln dagegen, wo die Entwicklung raſch von Statten geht, wird der Kreislauf thätiger, und ſogar noch dann, wenn ſie ſchon ihre volle Größe erreicht haben, aber noch in einem weichen Zuſtande ſind, iſt die Bewegung des Blutes in der Mitte aller Striemen vollkommen ſichtbar *); ſpäter aber, wenn der Flügel trocken wird, hört der Kreislauf darin auf und beſchränkt ſich bloß auf den Rumpf. Je mehr das Inſect ſich ſeiner vollſtändigen Entwicklung nähert, deſto mehr verſchrumpfen nun auch dieſe Gefäße nach einander und verſchwinden, bis am Ende nichts übrig bleibt, was dieſem Syſtem angehörte, das Rückengefäß ausgenommen. Da wir aber trotz dem ſehen, daß dieſes Gefäß immer fortfährt, ſeine pulſirenden Bewegungen beizubehalten, ſo können wir leicht zu dem Schluſſe gelangen, daß ſie dazu dienen, in gewiſſem Grade eine unvollkommene und ſchwer auszumittelnde Bewegung der Nahrungsſäfte durch Gefäße zu unterhalten, welche in ihrem zuſammengezogenen Zuſtande nur den, nun geringer gewordenen Bedürfniſſen des Organismus zu entſprechen haben und daher dem Auge des Naturforſchers entgangen ſind. Wir führen zur Beſtätigung dieſer Anſicht an, daß einige Beobachter ſo glücklich waren, kleine Zweigchen aufzufinden, welche nach verſchiedenen Richtungen hin vom Rückengefäß ausgehen und ſich in verſchiedenen Organen ausbreiten. Die Zer-

*) Dieſe Blutſtrömungen in den Flügeln von Semblis bilineata ſind von Carus beſchrieben und gezeichnet worden. Siehe Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XV. part II, p. 9.

ästelung des vorderen Theiles des Rückengefäßes in herabsteigende Zweige hat Comparetti entdeckt. Dugès hat eine ähnliche Zerästelung dieses Gefäßes in dem Brusttheile einiger Phalänengattungen gesehen und Andouin hat sie bei manchen Hymenopteren beschrieben *).

*) Annales des Sciences Naturelles, XV, 308.

Die Abbildungen, von denen in der Folge die Rede seyn wird, stellen das Rückengefäß des Ligusterschmetterlings (Sphinx Ligustri) dar, welcher in den verschiedenen Stadien seines Lebens mit der größten Sorgfalt von Newport, dem ich die folgende Beschreibung verdanke, untersucht wurde.

Das Rückengefäß dieses Insectes ist ein längliches und nach und nach schmäler werdendes Gefäß, welches sich von dem hintern Theile des Hinterleibes längs des Rückens gegen den Kopf hin erstreckt, und mit Klappen versehen ist, die in Absicht auf ihre Lage nahe zu den Einschnitten des Körpers entsprechen. Während der Verwandlungen des Insectes, von dem Raupenzustand in den des Schmetterlings, verändert es nach und nach seine Gestalt. In jeder Bildungsperiode aber kann man zwei Theile desselben unterscheiden, eine Rückenportion und eine Aortenportion. Die Rückenportion, welche diejenige ist, in welcher man allein eine deutliche Pulsation unterscheiden kann, ist mit bestimmten Klappen versehen, durch seitliche Muskelbündel dem Rückentheile des Körpers entlang befestigt, und enthält Gefäße, welche zur Seite mit ihm in Verbindung stehen, und die Flüssigkeiten führen, welche von den Seiten und dem hinteren Theile des Körpers her zu ihrem ursprünglichen Concentrationspunkte zurückkehren. Bei der Raupe erstreckt sich dieser Theil des Rückengefäßes von dem zwölften Segmente an bis zu der vorderen Hälfte des fünften. Es ist mit acht doppelten Klappen versehen, welche ganz so gebildet sind, wie Bowerbank es richtig bei der Ephemera marginata beschrieben hat, die obere Klappe nämlich dadurch, daß sich die innere Wendung der Arterie nach Innen und Oben hineinschlägt, (Bowerbank heißt das Rückengefäß eine Arterie) und die untere Klappe dadurch, daß ähnliche Theile des Rückengefäßes sich zusammenziehen oder hereinfalten, so daß sie mit der oberen in Berührung kommen. Das ganze Gefäß besteht aus drei Häuten, die innerste oder seröse und die Muskelhaut, welche eigentlich dem Gefäße seine Gestalt giebt, bilden die zurückgeschlagenen Theile oder Klappen, während die dritte oder äußerste Haut, welche außerordentlich dünn und zart ist, beinahe in einer geraden Linie über das Gefäß weggeht, ohne dessen Einschnürungen zu folgen. Bei der Raupe hat dieser Theil des Gefäßes acht Paare kleiner Muskeln,

Die Entdeckung des Kreislaufes bei den Insecten und der abwechselnden Energie desselben in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthumes hat dazu beigetragen, manche schwierige Punkte in

welche es in seiner Lage erhalten (man sieht sie in Figur 202 abgebildet). Diese Muskelfasern entspringen von dem mittleren Theil der oberen Fläche einer jeden Klappe und erstrecken sich nach hinten, um sich an dem mittleren Theile der nächsten Klappe festzusetzen, sie scheinen daher auf die Zusammenziehungen dieser Klappe beträchtlich einzuwirken.

Die Aorten- oder vordere Portion des Gefäßes entspringt von dem hinteren Theile des vierten Segmentes und vertheilt sich in der Nähe des Schlundes in viele zum Kopfe gehende Zweigchen. Diese Zerästelung findet genau an dem Orte statt, wo der auf dem Schlund liegende Nervenknoten sich befindet, welcher als das Gehirn der Insecten zu betrachten ist. Diese Abtheilung des Gefäßes ist viel schmaler als die Rückenportion, und hat weder bestimmte Klappen noch Muskeln, so wie auch keine Gefäße, die von der Seite her in dasselbe einmünden. Dabei ist es außerordentlich zart und durchscheinend und wird von seinem Anfange an gegen sein vorderes Ende zu immer schmäler. Bei der Raupe verläuft es unmittelbar unter den allgemeinen Bedeckungen längs dem dritten und vierten Segmente, bis es an dem hinteren Theile des zweiten Segmentes ankommt, dort begiebt es sich unter den Schlund und theilt sich unmittelbar hinter dem Gehirnknoten in ein Paar außerordentlich kleine Gefäße. Sodann verläuft der Hauptstamm unterhalb des Knotens und theilt sich in dem vordern Theile des Kopfes in mehrere Aeste. (So wird es von Newport in der anatomischen Beschreibung, welche er von den Nerven dieser Schmetterlingsgattung in den Philosophical Transactions for 1832 p. 385 gegeben hat, beschrieben). Am besten kann man diese Aeste bei der Puppe beobachten. In allen Verwandlungszuständen aber kann man sie in drei Reihen absondern, die erste Reihe entsteht unmittelbar nachdem das Gefäß den Gehirnknoten überschritten hat, und besteht aus zwei Seitenästen deren vereinigte Größe ungefähr ein Drittheil der ganzen Aorta mißt; sie steigen auf jeder Seite des Mauls herab und theilen sich je in drei Zweige. Die zweite Reihe besteht in zwei Paaren von Zweigen, deren einer offenbar zu der Zunge geht, während sich der andere in den Fühlfäden zerästelt. Die dritte Reihe besteht aus zwei Zweigen, welche nach oben gerichtet sind und nicht anderes als die Fortsetzung der Aorte selbst sind, diese theilen sich ihrerseits wieder in Zweige, welche sich in den allgemeinen Bedeckungen und den den vorderen Theil des Kopfes ausmachenden Gebilden austheilen.

Die pulsirende Bewegung des Rückengefäßes setzt sich längs seines ganzen Verlaufes fort, und scheint bei der Theilung desselben in kleinere

der Physiologie dieser wichtigen Thierklasse aufzuklären. Sie läßt uns den Grund erkennen, warum die Insecten, nachdem sie ihren vollkommenen (Imago) Zustand erreicht haben, nicht mehr wachsen und für ihren Lebensunterhalt nur geringe Nahrung bedürfen, indem ihre Gefäße nach und nach verschrumpfen, und daher ihr Kreislauf aufhört. Dieser Zustand aber ist nicht auf eine so lange Dauer berechnet, als der der Entwicklung, daher die Periode, während welcher das Insect in diesem Zustande verweilt, durchweg kurz ist, wenn man sie mit dem Larvenzustande vergleicht, wo eine reichlichere Ernährung und ein schneller Kreislauf der Flüssigkeiten dazu beiträgt, die Lebensfunctionen in vollster Thätigkeit zu erhalten. Die Ephemera z. B. lebt zwei oder drei Jahre lang im Larvenzustand und stirbt im Verlaufe von wenigen Stunden, nachdem sie Flügel erhalten und den Zustand ihrer vollkommenen Reife erlangt hat.

Je mehr die Gestaltveränderungen, welchen das Insect unterliegt, in die Augen springen, desto bestimmter treten auch die Veränderungen des Kreislaufes hervor. Dieß zeigen viele flügel-

---

Zweige aufzuhören. Während der verschiedenen Entwicklungsperioden des Insectes wird dieses Gefäß bedeutend verkürzt, gewinnt aber dabei an Stärke und Festigkeit in Absicht auf sein Gewebe. Ebenso verändert es sich in Absicht auf seinen Verlauf; denn während es bei der Raupe beinahe eine grade Linie bildet, steigt es in der Gegend des fünften Segmentes bei der Puppe herab, und kommt unter denjenigen Theil zu liegen, welcher bei dem vollkommenen Insect die Abgränzung zwischen dem Bauche und der Brust bildet. Sodann steigt es in das vierte Segment herauf, und steigt wieder hinab, um in das zweite zu gelangen, so daß es bei dem ausgebildeten Insecte einen vollkommen geschlängelten Verlauf hat. Die Gefäße, welche mit ihm in Verbindung stehen, liegen im Hinterleib, und gehen zur Seite zwischen den Muskeln hindurch, wo sie immer an dem vorderen Theil eines jeden Segmentes oder einer jeden Klappe einmünden.

Fig. 203 ist eine vergrößerte Seitenansicht des vorderen Endes des Rückengefäßes, entsprechend dem bei Fig. 202 dargestellten, Fig. 204 ebenfalls eine vergrößerte Ansicht desselben Theils des Gefäßes, von oben gesehen. In Fig. 205 ist die Art und Weise dargestellt, wie die Klappen durch eine Verdoppelung der inneren Membranen bei dem vollkommenen Insecte gebildet werden.

lose Insecten, welche zur Familie der Myriapoden gehören, wie z. B. Scolopendra morsitans (Linn.), bei der Dugès beobachtet hat, daß sich das Rückengefäß in drei große Zweige abtheilt.

Die meisten Gattungen, welche zu der Classe der Arachniden gehören, haben gleichfalls ein Rückengefäß, das in Absicht auf Structur und Lage dem der Insecten sehr analog ist, und da diese Thiere durchaus keine Verwandlungen durchmachen, so läßt auch ihr Gefäßesystem eine bedeutende Entwicklung zu und wird für ihre Organisation ein bleibender Theil. Bei den Spinnen, wie z. B. bei der gewöhnlichen Kreuzspinne (Aranea domestica), hat das Rückengefäß eine längliche Gestalt, und die aus ihm entspringenden Gefäße liegen in einer dicken Masse, die gleich der Substanz, die man in den inneren größeren Höhlen der Insecten antrifft, eine öhlige Beschaffenheit hat. Es ist zwar sehr schwer, bei einer lebenden Spinne den Kreislauf zu beobachten, indem diese Thiere eine dicke haarigte Bedeckung haben, welche den Körper und die Glieder derselben überzieht; wählt man aber eine haarlose Gattung zu seinen Untersuchungen, so kann man unter dem Microscope ganz deutlich beobachten, wie sich das Blut und seine Bläschen in den Gefäßen des Rumpfes bewegen, in den Füßen und den andern Theilen des Körpers aber kommen Erscheinungen vor, welche den bei Beschreibung des Gefäßsystemes der Insectenlarven gegebenen ähnlich sind.

Bei allen zu der Classe der Anneliden gehörigen Thieren findet man einen vollständigen Gefäßkreislauf. Die Gefäße derselben hängen vollständig zusammen und haben eine Kraft, welche dazu hinreicht, das Blut durch den ganzen Körper hindurch zu treiben. In der Anordnung und Zertheilung dieser Gefäße findet die größte Manchfaltigkeit statt, welche von der Gestalt des Thieres, der Eigenthümlichkeit seiner Körperverrichtungen und der Wirkungsart seiner Kräfte abhängig ist. Das erste Rudiment eines unterscheidbaren Gefäßsystems, das von den sich zerästelnden Röhrchen, die vom Darmcanale ausgehen, nicht abhängig ist, kommt in den Planarien vor. Dieß ist eine Familie von platten, wurmähnlichen Thieren, die in vieler Hinsicht mit den mehr entwickelten Eingeweidewürmern Aehnlichkeit haben, und zwischen diesen und

den Anneliden ein Mittelglied zu bilden scheinen. Bei manchen Gattungen, wie bei Planaria nigra, fusca und tremellaris (Müller) beobachtete Dugès zwei der Länge nach verlaufende Stämme, (Fig. 206) welche längs den Seiten der untern Fläche des Thieres herab sich erstrecken und sowohl an ihrem vorderen als hinteren Ende sich verbinden, so daß sie einen ununterbrochenen ovalen Canal bilden. *) Eine große Anzahl kleinerer Gefäße entspringen nach jeder Richtung hin aus diesen Hauptstämmen und zerästeln sich weit und breit, indem sie sich häufig mit denen der entgegengesetzten Seite vereinigen und die freiesten Communicationen unter sich zulassen.

Bei denjenigen Anneliden, welche eine mehr in die Länge gezogene und cylindrische Gestalt haben, besitzen die Hauptgefäße einen länglichten Verlauf, der sich aber bei den verschiedenen Gattungen auf die verschiedenste Weise abändert. Bei allen existirt ein Gefäßstamm, welcher sich den ganzen Rücken entlang in der Mittellinie des Körpers erstreckt und ganz besonders das Rückengefäß heißt. Zugleich ist auch bei diesen Thieren ein entsprechender Gefäßstamm vorhanden, welcher die Mittellinie der unteren oder Abdominalseite des Thieres einnimmt und daher Bauchgefäß heißt. Dieses letztrre Gefäß ist zuweilen doppelt, indem ein Zweig desselben oberflächlicher, der andere tiefer liegt, welche beide alsdann den Hauptnervenstamm und dessen Ganglienkette in die Mitte nehmen. Häufig findet man außer diesen Gefäßen solche, welche längs den Seiten des Körpers verlaufen und daher den Namen Seitengefäße führen. In jedem dieser Fälle aber findet man, gerade auf die Weise, wie wir es bei den Planarien gesehen haben, zwischen den Seiten-, Rücken- und Bauchgefäßen zahlreiche Gefäßverbindungen in Gestalt von feinen Verzweigungen; besonders auffallend aber ist dieß an den beiden Enden des Körpers, wo die große Blutmasse, welche in der einen Reihe von Gefäßen nach einer Seite zu sich bewegte, in den anderen die entgegengesetzte Richtung einnimmt, um so einen vollständigen cykli-

*) De Blainville hat eine dieser ähnliche Einrichtung bei einer brasilianischen Planaria beschrieben. Dict. des Sc Nat. T. XLI. 216.

schen Kreislauf durchzumachen. Die Verzweigungen und Seitenverbindungen der feineren Zweigchen sind oft so zahlreich, daß sie ein Gefäßnetz darstellen, welches eine beträchtliche Oberfläche überzieht. Diese allgemeine Beschreibung des Systems des Kreislaufes kann auf Annelidenfamilien von der einfachsten Körperbildung übertragen werden, wie auf die Gattungen Nais, Nereis und Hirudo (Blutegel); Gattungen, welche eine große Menge von Individuen einschließen, die in Absicht auf Gestalt und Größe äußerst verschieden sind.

Ob es gleich nicht schwer ist, die Gefäße selbst zu unterscheiden, so ist es auf der andern Seite nicht leicht, zu entscheiden, welche Richtung das Blut annimmt, das in ihnen sich bewegt, daher wir auch finden, daß die Nachrichten der Physiologen über diesen Gegenstand außerordentlich verschieden sind. De Blainville behauptet, daß bei allen Anneliden das Blut in dem Rückengefäße sich nach hinten bewegt, das heißt vom Kopfe gegen den Schwanz, eine Bewegung, welche natürlich in den Seitengefäßen oder im Bauchgefäße die gegenseitige Richtung zur Folge hat. Bei der Nais, der Nereis und dem Blutegel sind dieser letzteren Gefäße zwei vorhanden und liegen an den Seiten der Unterleibsoberfläche des Körpers. Carus stimmt dieser Art der Blutbewegung in den Anneliden bei. Spix, Bonnet, Sir Everard Home und Dugès dagegen beschreiben den Blutlauf in umgekehrter Richtung und behaupten, daß das Blut sich in den Bauchgefäßen rückwärts und dagegen in den Rückengefäßen dem Kopfe zu bewege. Morren, welcher in Absicht auf diesen Gegenstand die höchste Auctorität ist, unterstützt die letztere Ansicht, wenigstens soweit dieß das Rückengefäß der Erpobdella vulgaris *), eines zum Blutegel geschlechte gehörigen Thieres, betrifft, von dessen mechanischen Functionen schon früher die Rede war **). Er ist dabei der Ansicht, daß das Bauchgefäß auch die Function besitze, das Blut gegen den Kopf zu zu führen, und schreibt den beiden Seitengefäßen die Func-

*) Hirudo vulgaris. (Linn.) Nephelis vulgaris. (Savigny.)

**) Siehe den ersten Band Seite 187 und Figur 90, wo eine Abbildung der Erpobdella gegeben ist.

tion zu, daſſelbe zurückzubringen, und ſo den Kreislauf zu vollenden. Dieß wird durch die Zeichnung Fig. 207 erläutert, wo A das vordere, und P das hintere Ende des Thieres vorſtellt, das Rückengefäß durch die mittlere gerade Linie bezeichnet wird, und zwiſchen den beiden Seitenlinien hindurchläuft. Die Richtung des Blutſtromes iſt bei beiden durch beigezeichnete Pfeile angegeben. Da das Blut in dem Bauchgefäße dieſelbe Richtung verfolgt, wie in dem Rückengefäß, ſo ſtellt die nämliche Zeichnung dieſe Gefäße von oben geſehen dar. Fig. 208 iſt eine Anſicht der unteren Seite der **Erpobdella**, wo man die zahlreichen Verzweigungen des Bauchgefäßes ſieht. Die kleineren Gefäße umgeben die Nervenknoten und begleiten die hauptſächlichſten Nervenfäden, welche von dieſen entſpringen, während die Seitengefäße einen leicht geſchlängelten Verlauf annehmen *).

Die zu der Familie **Lumbrici** gehörigen Thiere, unter welche auch der Regenwurm zu zählen iſt, unterſcheiden ſich von den bereits angeführten Anneliden dadurch, daß ſie höher organiſirt ſind und ein beträchtlicheres Kreislaufſyſtem haben, dem ein zuſammengeſetzteres Gefäßapparat an der Seite ſteht. Da die Gefäße bei dieſen Thieren größere Ausdehnungen von ſich untereinander verzweigenden Gefäßnetzen bilden, ſo mußten die Kräfte, mittelſt welcher das Blut bewegt wird, vergrößert werden, und daher finden

*) Dugès iſt der Anſicht, daß das Blut dieſes Thieres ſich in den rechten und linken Seitengefäßen nach verſchiedenen Richtungen hin bewege, und zwar in den erſteren rückwärts und in den letzteren vorwärts, wie es ſich im Rückengefäß nach hinten und im Bauchgefäß nach vorne bewege. In den Verbindungszweigen, welche quer von einem Seitengefäß nach dem andern gehen, fließt das Blut von der linken zur rechten in denjenigen, welche die vordere Hälfte des Körpers einnehmen und von der rechten zur linken in denen der hinteren Hälfte; ſo daß die Ebene, in welcher der Kreislauf Statt findet, ſtatt vertical, horizontal iſt. Es iſt auffallend, daß man im Pflanzenreich ein ähnliches Beiſpiel von Querkreislauf findet. Solly und Barley haben dieß in einer Sproſſe der Chara vulgaris beobachtet, an deren Ende die eingeſchloſſene Flüſſigkeit ſich beſtändig um die Achſe derſelben dreht, anſtatt den gewöhnlichen Verlauf des Auf- und Abſteigens längs den Seiten der cylindriſchen Höhle zu verfolgen. Siehe Transactions of the Society of Arts, XLIX, 180.

wir muskulöse Behältnisse, welche durch ihre aufeinanderfolgenden Zusammenziehungen die Fähigkeit haben, dem Blute jene Impulsionskraft zu ertheilen, vermöge welcher es durch seine Canäle getrieben wird. Diese muskulösen Anhängsel sind rundliche oder ovale Erweiterungen gewisser größerer Gefäßstämme, welche um die Seite des vorderen Theiles des Körpers umhergelagert sind, und zwischen den Rücken und Bauchgefäßen eine freie Verbindung herstellen. Dugès beschreibt bei **Lumbricus Gigas** auf jeder Seite sieben Gefäße, welche eine Reihe von ungefähr zwölf abgerundeten Erweiterungen darstellen, die Aehnlichkeit mit einer Perlenschnur haben *).

Bei **Lumbricus terrestris**, dem gemeinen Regenwurm, sind nur fünf Paare dieser Gefäße vorhanden. Sie wurden beschrieben und abgebildet von Sir E. Home **); die beste und genaueste Darstellung derselben hat aber Morren in seinem Prachtwerke über die Anatomie dieses Thieres gegeben ***). Fig. 209 ist nach seinen Kupfertafeln gestochen und stellt uns diese eigenthümlichen Anhängsel des Gefäßsystemes vom Regenwurme, getrennt von den umgebenden Theilen, dar, so daß man blos deren Verbindungen mit dem Bauch- und Rückengefäße sieht, in welchen sie endigen. An dem Bauchgefäße (**A A**), welches in der Nähe des Schlundes erweitert ist, befindet sich an dem Puncte **B** eine kugelförmige Auftreibung (**C**), auf welche in gleichen Zwischenräumen vier andere (**C, C**) folgen. Von jeder dieser Aufreibungen der Kammern, **ventriculi**, wie sie Morren genannt hat, entspringt auf jeder Seite unter rechten Winkeln ein Gefäß (**D**), welches ebenfalls mehrere beinahe kugelförmige Auftreibungen (**E**) bildet, auf welche ein weit größeres und sehr verlängertes ovales Behältniß folgt (**F**), welches den halbcirkelförmigen Bogen vervollständigt, der durch das Gefäß gebildet wird, indem es sich an den Seiten

*) Dugès hat sie Vaisseaux moniliformes oder dorso-abdominaux genannt. — Annales des Sciences Naturelles, XV, 299.

**) Philos. Transact. for 1817 p. 3 und Tfl. III Fig. 4.

***) De Lumbrici terrestris Historia naturali, nec non Anatomia Tractatus. Qto. Bruxelles, 1829.

des Körpers emporkrümmt, um mit dem Rückengefäß (G G) sich zu verbinden, worin alle andern vier Seitengefäße mit ihren Auftreibungen einmünden. Sir E. Home ist der Meinung, daß diese erweiterten Theile des Gefäßes dazu dienen, Blut in größerer Menge in sich aufzunehmen, um den in der Nachbarschaft liegenden Organen für ihre zeitigen Bedürfnisse eine größere Quantität davon zuzuführen; Morren hingegen schreibt ihnen die wichtigere Eigenschaft zu, durch ihre Muskelkraft den Lauf des circulirenden Blutes zu beschleunigen. Wenn diese letztere Ansicht die richtige ist — und die in denselben beständig sichtbare, schnellere Pulsirung macht es äußerst wahrscheinlich — so sehen wir in dieser Einrichtung die ersten Rudimente eines Organes, welches in allen höheren Thierclassen für den Kreislauf des Blutes ein so wichtiges Hülfsmittel ist, ich meine nämlich das Herz. Cuvier, Morren und Andere haben daher auch diesen erweiterten Theilen des Gefäßsystemes der höheren Ordnungen der Anneliden den Namen von Herzen gegeben.

Auch hier sind die Annahmen der verschiedenen Anatomen in Beziehung auf die Richtung, welche das Blut während seines Laufes durch die Gefäße nimmt, verschieden. Hume und Dugès stellen den Kreislauf so dar, als ginge er in dem Rückengefäß vorwärts, und in den Bauchgefäßen rückwärts; eine Art der Blutbewegung, welche das Herabströmen in den eben beschriebenen seitlichen Verbindungsgefäßen zur Folge hatte; während Blainville und Morren diesen Kreislauf gerade umgekehrt beschreiben. Bei dieser Verwirrung in den Angaben ist es außerordentlich schwer zu bestimmen, auf welcher Seite die Wahrheit liegt und wir werden unwillkührlich zu dem Glauben veranlaßt, daß es wohl möglich wäre, daß der Kreislauf des Blutes in diesen Gefäßen wohl nicht immer gleichförmig vor sich geht, sondern an gewisse Oscillationen gebunden ist, die bald in diesem, bald in jenem Theile Statt finden; ja es steht die Meinung nicht allzufern, daß durch gewisse störende Ursachen dieser Kreislauf wohl vollständig umgekehrt werden könne.

Die größeren Crustaceen besitzen ein bei weitem ausgebildeteres und vollständigeres System des Kreislaufes, welchem eine

entsprechende Vervollkommnung in der Energie der Lebensfunctionen an der Seite steht. Verfolgen wir dieses System in den höher organisirten Familien dieser Classe, so finden wir, daß das Rückengefäß in seinen Kräften mehr und mehr gegen das Vordertheil zu concentrirt ist; bis wir am Ende bei den Decapoden, einer Familie, welcher der Hümer und die Krabbe angehören, diesen Theil in ein ovales oder kugelförmiges Organ verwandelt finden, welches sehr muskulöse Wandungen hat und fähig ist, sich sehr lebhaft zusammenzuziehen, wodurch es die in ihm enthaltene Flüssigkeit mit einem kräftigen Impuls durch das Gefäßsystem hindurchtreibt, daher man ihm auch den Namen eines Herzens gegeben hat. Der Unterschied zwischen Arterien und Venen, welchen man bei den niederen Thiergattungen nicht wohl genau angeben kann, springt nur erst durch die Ausbildung eines Central-Organes vollkommen hervor. Denn diejenigen Gefäße, in welche das Blut durch die Zusammenziehungen des Herzens hineingetrieben wird und welche sich in dem ganzen Körper verzweigen, um den Organen die gehörige Menge dieses Saftes zuzuführen, heißen Arterien; und im Gegentheil diejenigen Gefäße, welche mit ihren feinern Wurzeln in allen Organen beginnen, um dort das Blut aufzunehmen und dem Herzen zuzuführen, heißen Venen. Das Herz des Hummers liegt unmittelbar unter dem Rückenschild, oder unter dem Panzerstück, welches den Rückentheil der Brust ausmacht, gerade hinter dem Magen und in einer Stellung, wo es nicht gedrückt werden kann, wenn der Magen angefüllt ist, und durch seinen Inhalt ausgedehnt wird. Das Pulsiren desselben ist leicht zu unterscheiden und geht mit der größten Regelmäßigkeit vor sich.

Das Herz gewinnt als das erste thatkräftige Organ im Kreislauf an Wichtigkeit, je mehr wir gegen die höheren Thierclassen aufsteigen, deren kräftigere und energischere Lebensfunctionen eine unausgesetzte und rasche Erneuerung der ernährenden Flüssigkeiten verlangen. Daher ist bei diesen Thieren auch eine größere Entwicklung dieses Organes nöthig. Da das Blut in einem beständigen, unausgesetzten Strom dem Herzen zufließt, so wird nach und nach die Höhle, welche dazu bestimmt ist, es aufzunehmen, erweitert. Die Muskelfasern derselben haben das Eigenthümliche,

daß ſie nur dann zur Zuſammenziehung gereizt werden, wenn die Höhle des Herzens auf einen gewiſſen Grad ausgedehnt iſt. Damit aber das Blut auf eine wirkſame Weiſe jedem Theile des arteriellen Syſtemes zugeführt werde, (und dieſes ſetzt dem Blutſtrome einen beträchtlichen Widerſtand entgegen) iſt eine bedeutende Kraft vonnöthen, welche eine raſche und zugleich kräftige Muskelwirkung erfordert. Dieſer Zweck wird bei allen Wirbelthieren dadurch erreicht, daß zwei muskulöſe Höhlen vorhanden ſind, deren eine die Herzkammer, die andere Vorkammer heißt. Die Vorkammer hat die Function, das Venenblut aufzunehmen und es in die Herzkammer zu leiten, während die Herzkammer dazu dient, vermöge eines raſchen und kräftigen Impulſes, das Blut durch die Arterien dem Körper zuzuführen; daher ſind auch die Zuſammenziehungen der Arterien der Herzkammer bei weitem energiſcher, als die der Vorkammer.

Natürlich wird durch dieſe Einrichtung die Kraft, mit welcher das Blut durch das Gefäßſyſtem getrieben wird, bei weitem vermehrt, und dieß geſchieht insbeſondere noch dadurch, daß der Rückfluß des Bluts von der Herzkammer zu der Vorkammer verhindert iſt. Um dieſes zu erreichen, ſind zwiſchen der Herzkammer und der Vorkammer Klappen angebracht, welche in Abſicht auf ihre mechaniſche Einrichtung ſehr ſchön conſtruirt ſind. Bei Figur 210 ſind dieſe Klappen (V) dargeſtellt; während die beiden Höhlen die Vorkammer (D) und die Herzkammer (E) geöffnet ſind; C C ſind die obere und die untere Hohlader und A der Hauptſtamm der Aorta. Dieſe Klappen beſtehen aus zwei freien Häuten, die an ihrem einen Ende cirkelförmig um die Oeffnung herum befeſtigt ſind, mit ihrem andern Ende aber frei in die Herzkammer hereinragen, ſo daß ſie vollkommen einem Schleußenpaar analog wirken, indem ſie dem Blut den Durchgang frei geſtatten, wenn es von der Vorkammer gegen die Herzkammer zu gehen will, und ſchließen ſich, ſobald ſich die Herzkammer zuſammenzieht; denn alsdann verſperren ſie dem Blute den Rückweg in die Vorkammer und zwingen das Blut, gegen die Arterie hin zu gehen, ſo daß kein Tropfen in die Vorkammer zurückkommen kann. Da dieſe Klappen an eine weite cirkelförmige Oeffnung befeſtigt ſind, ſo

mußte dafür gesorgt werden, daß sie nicht bei jeder Zusammenziehung der Herzkammer sich in die Vorkammer zurückstülpten. Daher sind sie mit feinen Sehnen versehen, welche (wie man in Figur 210 sieht) sich mit einem Ende an den Rand der Klappe, mit dem anderen an irgend einen Theil der innern Oberfläche der Herzkammer befestigen, so daß die Klappe immer in der Höhle der letzteren zurückgehalten wird. Dem nämlichen Zwecke wird in der Vorkammer dadurch entsprochen, daß die Venen in schiefer Richtung in denselben münden.

Die Arterien selbst, und dieß gilt insbesondere von dem Hauptstamm der **Aorta**, da wo er das Herz verläßt, sind muskulös und ziehen sich, wenn sie schnell ausgedehnt werden, über der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit zusammen *). Es war daher nothwendig, Mittel ausfindig zu machen, um das Zurückfließen des Blutes in die Herzkammer während der Erschlaffung derselben zu verhindern, und daher ist ein anderer Klappenapparat (V, Fig. 210) an dem Ursprung dieser Arterien aus dem Herzen angebracht. Diese Klappen bestehen gewöhnlich aus drei halbmondförmigen Membranen, welche den Durchgang so genau zu verschließen im Stande sind, daß kein Tropfen Blut zwischen ihnen hindurch kann **).

Der Verlauf, den nun die Arterien nehmen, ist im Wesentlichen folgender. Vom Hauptstamme aus entspringen kleinere Aeste, welche sich immer mehr und mehr verzweigen und auf solche Weise das Blut allen Theilen des Körpers zuführen. Die Zerästelung hat das Eigenthümliche, daß sie nach dem Gesetze der Dichotomie vor sich

*) Der Verfasser verfällt hier in denselben Fehler, den wir schon im ersten Bande S. 93 gerügt haben, indem er den Arterien Muskelfasern zuschreibt. Die Arterien haben keine Muskelfasern, sondern nur eine elastische Haut, deren Gewebe eigenthümlich ist und die Eigenschaft hat, sich über der anprallenden Blutwelle zusammenzuziehen. Hierdurch wird derselbe mechanische Zweck erreicht, der durch die Windkessel bei den Feuerspritzen bezweckt wird; der Blutstrom nämlich wird weniger stoßweise gemacht, und in einen mehr ununterbrochenen Strahl verwandelt, was für zarte Organe, wie z. B. das Gehirn, von wesentlichem Nutzen ist. Anm. d. Uebers.

**) In der Aorte des Haifisches und anderer Knorpelfische, wo die Wirkung des Gefäßes sehr kräftig ist, sind diese Klappen zahlreicher und in Reihen angelagert, so daß sie einen beträchtlichen Theil der Arterie einnehmen. Bei andern Fischen trifft man auch an den Verzweigungen der großen Arterie Klappen an.

geht, so nämlich, daß der Hauptstamm sich in zwei Theile theilt, jeder dieser Aeste sich wieder in zwei Zweige theilt u. s. f., so daß ein ganz verworrenes Netz von Gefäßen gebildet wird, wozu namentlich auch der Umstand beiträgt, daß die Gefäße sich vielfach untereinander verbinden (anastomosiren). Durch diese Anastomosen ist es möglich, daß der Kreislauf in einem Organe nicht leicht aufgehoben werden kann, selbst dann, wenn irgend ein beträchtlicherer Zweig verwächst (obliterirt) oder durch Zufall zusammengedrückt wird, so daß er nicht mehr im Stande ist, das Blut durchzulassen. Die feinsten Gefäße, welche in unzähliger Menge in jedem Theile des Körpers sich verzweigen, heißen, weil sie feiner als Haare sind, Haargefäße oder Cappilargefäße.

Nachdem das Blut durch die Arterien auf die angegebene Weise in dem ganzen Körper vertheilt worden ist, und diesem den erforderlichen Lebensreiz und Nahrungsstoff geliefert hat, wird es durch die Venen zurückgeführt, welche aus den äußersten, feinsten Verzweigungen der Arterien entspringen, sich umbiegen und dem Herzen zuwandern. Die kleineren Zweigchen verbinden sich nach und nach gerade so, wie sich die Verzweigungen der Arterien ausbreiteten, und vereinigen sich am Ende in zwei Hauptstämme, die beiden Hohladern, Venae cavae (C Fig. 120), welche den ganzen Strom ihres Blutes in das allgemeine Behältniß, das Herz, ergießen, wo sie zuerst in der Vorkammer münden (D), dann aber ihr Blut der Herzkammer zusenden (E), von der aus es wieder der Aorta zufließt. Die Venen sind weiter und in größerer Anzahl vorhanden, als die Arterien, und können mit Flüssen verglichen werden, welche alles das Wasser, das nicht durch den Boden aufgesogen wird, in sich aufnehmen, um es dem großen allgemeinen Wasserbehältniß, dem Ocean, zuzuführen, der in der Oekonomie des Erdballs dem Herzen analog erscheint.

Die Vereinigung der Arterien und der Venen im Cappilargefäßsystem sieht man in den durchscheinenden Häuten der Frösche oder Fische außerordentlich deutlich. Ein glänzendes Schauspiel eröffnet sich hier unseren Sinnen und erfüllt unsere Seele mit Staunen; denn durch die feinsten Theile des thierischen Körpers gehen Blutströmungen rasch hindurch, und die kleinen Blutbläschen drücken und stoßen einander vorwärts, gleich Leuten, welche in den

engen und gewundenen Straßen einer großen Stadt rasch hin und her gehen. Wiederum ein Beweis von der Zweckmäßigkeit und Schönheit der Einrichtungen des Organismus!*)

§. 3. Vom Athmungs-Kreislaufe.

Der Kreislauf hat nicht allein den Zweck, das Blut durch den ganzen Körper zu verbreiten, sondern verbindet mit diesem einen anderen, der für das Leben von der größten Wichtigkeit ist. Während des Kreislaufes ist das Blut sowohl in Absicht auf seine Farbe als auch seine chemische Zusammensetzung beträchtlichen Veränderungen ausgesetzt. Das Blut, welches die Arterien führen, hat im gesunden Zustande eine helle scharlachrothe Farbe; dasjenige hingegen, das durch die Venen zurückgeführt wird, ist dunkel purpurroth und enthält verhältnißmäßig mehr Kohlenstoff als das Arterienblut, daher es auch unfähig ist, wieder durch das arterielle System zu cirkuliren. Wenn durch irgend eine Störung im Organismus das dunkle Blut in das arterielle System einen Weg findet, so wirkt es auf die Organe, mit denen es in Berührung kommt, gleich einem Gift und würde, wenn es längere Zeit auf solche Weise cirkulirte, dem Leben ein Ende machen. Daher ist es nothwendig, daß das Blut, welches durch die Venen zurückgeführt wird, einen Reinigungsproceß durchmache; und dieß geschieht dadurch, daß es entweder dem Einflusse der atmosphärischen Luft selbst ausgesetzt werde oder doch mit einer Flüssigkeit in Berührung komme, in welcher Luft enthalten ist; denn dadurch kann es allein seine belebenden und erhaltenden Eigenschaften wiederbekommen. Außer dem Geschäfte des Kreislaufes haben daher die Arterien und Venen noch die Aufgabe, das venöse Blut, das seinen Lebensreiz verloren hat, gewissen Organen zuzuführen, in welchen die Luft Zutritt hat, und auf dasselbe ihren belebenden Einfluß äußert.

*) Leuwenhöck bedient sich folgender Ausdrücke, indem er von dem Kreislaufe des Blutes in den Kaulquappen spricht: „Dieses Vergnügen hat mir oft soviel Erholung gewährt, daß ich glaube, keine Wasserkunst der Welt würde mir so gefallen haben, als die Beobachtung des Kreislaufes an diesen Thieren.“ — Phil. Trans. XXII, 453.

Für die Ausführung dieses Geschäftes ist ein besonderes System von Arterien und Venen bestimmt, welche einen eigenthümlichen Zweig des Kreislaufes ausmachen. Ich habe versucht, dieß in einer Zeichnung (Fig. 211) darzustellen, wo **D** die Vorkammer und **E** die Herzkammer darstellt. **A** und **C** sind die arteriellen und venösen Hauptstämme, und die beiden Kreisläufe sind der größeren Bestimmtheit halber so dargestellt, daß sie von einander getrennt sind, und in den verschiedenen Theilen der Zeichnung die sich entgegengesetzten Gefäßsysteme zeigen. Die Gefäße, welche den Körper im Allgemeinen mit Blut versehen, sind bei **B** gezeichnet, sie dienen zur Ernährung und heißen die Gefäße des *großen Kreislaufes*; diejenigen aber, die das Blut den Respirationsorganen zuführen (**R**), haben den Zweck der Auffrischung des Blutes und heißen die Gefäße des *kleinen Kreislaufes*.

Wenige Gegenstände der vergleichenden Physiologie bieten uns ein Feld von größerem Interesse dar, als diese beiden großen Funktionen, wenn wir eine Vergleichung anstellen, wie sie in den verschiedenen Thierclassen auf verschiedene Weise mit einander im Verhältniß stehen. Die Organe des Kreislaufes stehen mit denjenigen Organen, welche das Blut den Athmungs- oder Respirationswerkzeugen zuführen, in einer so nahen Verbindung, daß wir uns von den ersteren keinen klaren Begriff machen können, ohne uns genau mit dem Systeme der Respirationsorgane bekannt zu machen. Indem ich es also unternehme, die verschiedenen Arten des Kreislaufes darzustellen, wie sie bei den verschiedenen Thierclassen vorkommen, so erfordert es die Nothwendigkeit, die Funktion der Respiration auseinanderzusetzen, und gewisse Organe zu betrachten, welche dazu bestimmt sind, die Luft (entweder in ihrem gasförmigen Zustand oder in Wasser aufgelöst) aufzunehmen, um sie auf das Blut einwirken zu lassen. Die Organe, welche die Luft im gasförmigen Zustand aufnehmen, heißen entweder *Lungen*, oder Luftsäcke, während diejenigen, welche zur Respiration im Wasser bestimmt sind, *Kiemen* genannt werden. Die Arterien und Venen, welche dem Kreislaufe in den Respirationsorganen angehören, heißen, je nachdem diese der einen oder der andern Classe von Organen beizuzählen sind, entweder Lungen- oder Kiemenarterien und Venen.

Bei vielen Thieren wird nur ein Theil des cirkulirenden Blutes dem Einflusse der Luft unterworfen, indem die Lungen- oder Kiemenarterien und Venen nur Zweige des allgemeinen Blutgefäßsystems sind; so daß, wie in dem Falle, welcher in der vorigen Figur (211) abgebildet ist, der kleine Kreislauf als ein Theil des großen erscheint. Bei allen höheren Thierclassen aber wird die ganze Blutmasse an einer Stelle ihres Kreislaufes dem Einflusse der Luft unterworfen, so daß der Lungenkreislauf wesentlich unterschieden ist von dem Kreislaufe des ganzen Körpers. Bei den Anneliden z. B. vereinigen sich die Hohlvenen, welche das Blut aus dem ganzen Körper zurückführen, um ein oder mehre Gefäße zu bilden, welche alsdann die Funktionen von Arterien annehmen, sich zerästeln und sich auf den Kiemen zertheilen. Hernach wird das Blut auch wieder durch die Kiemenvenen gesammelt, die sich zu einem Stamme verbinden, um den Hauptstamm des arteriellen Systemes zu bilden.

Die meisten Insecten haben besonders dann, wenn sie ihre völlige Entwickelung erreicht haben, einen zu unvollkommenen Kreislauf, als daß das Blut derselben gänzlich von der Luft durchdrungen werden könnte; der größte Theil dieser Flüssigkeit ist auch bei diesen Thieren nicht in dem Gefäßsystem enthalten, sondern fließt frei in den Höhlen und Zellen des Körpers herum. Man wird, wenn von der Respiration die Rede seyn wird, sehen, daß derselbe Zweck hier durch Mittel erreicht wird, welche von dem zum Kreislaufe des Bluts dienenden Apparate vollkommen unabhängig sind; durch ein System von Luftkanälen nämlich, welche sich über jeden Theil des Körpers verzweigen. Bei denjenigen Arachniden hingegen, bei denen der Kreislauf sehr kräftig ist und das ganze Leben hindurch dauert, wäre ein solcher Apparat nicht zweckmäßig gewesen; wir begegnen hier wieder einem Lungen- und Körperkreislauf, der in Verbindung mit Luft aufnehmenden Höhlen im Innern steht.

Bei den Crustaceen befolgt die Einrichtung des Kreislaufes dieselben Gesetze, wie bei den Anneliden, indem das Blut von allen Körpertheilen sich in den Hohlvenen sammelt, welche als außerordentlich weite und große Gefäße auf jeder Seite längs der unteren Fläche des Hinterleibes verlaufen. Aus diesen entspringen Zweige, welche das Blut den Kiemen zuführen, und das Eigenthümliche

haben, daß ſie gleich an ihrem Urſprung ſich plötzlich erweitern, ſo daß ſie große Behältniſſe bilden, die man sinus nennt, in welchen das Blut ſich anſammelt, um durch die muskulöſeren Wandungen, die dieſen Organen eigen ſind, weiter fortgetrieben zu werden. Von den Kiemen aus kehrt das Blut durch eine andere Reihe von Venen zu dem vorhin beſchriebenen länglichen Herzen zurück, um von dieſem Organ in die Arterien des Körpers getrieben zu werden. In Figur 212 ſind dieſe Gefäße in ihrer beziehungsweiſen Lage iſolirt und von hinten geſehen abgebildet, wie ſie bei **Maja squinado**, der Seeſpinne, vorkommen. **CC** ſind die Hohlvenen; **EE** die vorhin angeführten venöſen Auftreibungen **Sinus**; **FF** die Kiemenarterien; **GG** die Kiemen und **II** die Kiemenvenen, welche in das Herz **L** einmünden *).

Bei den Mollusken wird das Herz im Vergleich zu andern Organen größer und übt daher auch als Hauptagens des Kreislaufes einen verhältnißmäßig größeren Einfluß aus. Man kann in der Entwickelung dieſes Organes in den einzelnen Ordnungen dieſer Thierclaſſe eine bewundernswürdige Stufenfolge wahrnehmen. Die Branchiopoden haben zwei Herzen, deren jedes auf den beiden Seitenſtämmen der Kiemenvenen liegt; die Gaſteropoden haben ein einfaches mit einer Vorkammer verſehenes Herz; und die Acephalen ſind mit einem Herzen verſehen, daß nur eine Kammer, aber zwei Vorkammern hat, welche beide letzteren den beiden Stämmen der Kiemenvenen entſprechen **).

Die merkwürdigſte Abänderung in der Structur iſt die, welche wir bei den Cephalopoden finden. Wir haben bereits bei den Cruſtaceen Erweiterungen an den Hohlvenen angetroffen, die ſich gerade an dem Urſprunge der Kiemenarterien vorfanden. Bei dem Rau-

*) Eine ins Einzelne gehende Abhandlung über die Kreislaufsorgane der Cruſtaceen haben uns Andouin und Milne Edwards in den Annales des Sciences Naturelles XI., 283 und 352 gegeben, woher auch die beigelegte Zeichnung genommen iſt.

**) Eine große Anzahl von zweiſchaaligten Mollusken hat die Eigenthümlichkeit, daß der untere Theil des Darmkanales durch die Höhle des Herzens hindurchgeht.

tilus aber ſind die Erweiterungen der Kiemenvenen*) ſo beträchtlich, daß man ihnen mit Recht den Namen von Vorkammern geben kann. Die Sepie, deren ſehr ausgebildeter Körperbau eine ziemlich große Kraft erfordert, um das Blut mit hinreichender Gewalt durch die Kiemen hindurchzutreiben, iſt mit einem großen und complicirten Kiemenapparat verſehen, und die erforderliche Kraft wird durch zwei Beiherzen ausgeführt, welche an dem Ende der beiden Hohlvenen befindlich ſind, ſo daß ſie als Erweiterungen dieſer Organe erſcheinen und unmittelbar die Kiemenarterien von ſich ausgehen laſſen **). Man ſieht ſie abgebildet bei E, E Fig. 213, wo dieſer Theil des Gefäßſyſtems vom Calmar (Loligo) von den umgebenden Theilen befreit abgebildet iſt. Der Blutlauf iſt durch Pfeile bezeichnet. C iſt einer der drei Stämme, aus welchen die Hohladern beſtehen, welche von oben herkommen und im Herabſteigen ſich in zwei Zweige theilen, um ſich mit den beiden venöſen von unten herkommenden Stämmen (D) zu vereinigen. Aus dieſer Vereinigung entſpringen nun die bereits angeführten Kiemenherzen (E, E). Von dieſen aus wird das Blut durch die Kiemenarterien (F, F) den beiden Kiemen (G, G) zugeführt, und kehrt durch die Kiemenvenen (I, I) zu dem großen Central- oder Körperherzen zurück (L), welches die Funktionen hat, das Blut durch die Hauptkörperarterie allen Organen des Körpers zuzuführen. Die Familie der Sepien iſt aber die einzige, bei welcher drei unterſcheidbare Herzen vorkommen, die dazu beſtimmt ſind, einen doppelten Kreislauf auszuführen, keines dieſer Herzen hat Vorkammern.

Dieſe merkwürdige Vertheilung der Muskelkraft, welche dazu angewandt wird, den cirkulirenden Flüſſigkeiten den gehörigen Impuls zu verleihen, wie wir dieß bei den Sepien geſehen haben, bildet eine Uebergangsſtufe von den Mollusken zu den Fiſchen. In dieſer letzteren Thierclaſſe ſind die beiden ſeitlichen (Kiemen-) Herzen in ein einfaches Centralherz verſchmolzen, während das Aor-

*) Sollte wohl Kiemenarterien heißen. Anm. d. Ueberſ.

**) Dieſe Venen ſind mit einer Menge blinder Säcke umgeben, welche das Anſehen von Franſen haben; der Nutzen dieſer ſonderbaren Einrichtung iſt unbekannt.

tenherz vollkommen verſchwunden iſt, ſo daß die Stellung des Herzens gegen die beiden Kreisläufe gerade umgekehrt iſt, gegenüber von dem Verhalten, das wir bei den wirbelloſen Thieren wahrgenommen haben. Der Plan des Cirkulationsſyſtemes bei den Fiſchen iſt in Figur 214 abgebildet, wo man ſieht, daß die Centralorgane aus vier Höhlen (C, D, E, F) beſtehen, welche nach und nach in einander einmünden. Das Herz gehört ausſchließlich den Kiemen an, und daher entſpringt aus ihm nicht die Aorta, ſondern der Stamm der Kiemenarterien (F), welche die ganze Blutmaſſe den Athmungsorganen (G, H) zuführen. Nachdem dieſes Blut der Einwirkung der Luft ausgeſetzt worden iſt, ſammelt es ſich in den Kiemenvenen (I), welche ſich zu einem einfachen Hauptſtamm vereinigen (A), welcher dem Rücken entlang verläuft und ohne ein dazwiſchenliegendes Herz die Aorte darſtellt, d. h. ſich in unzählige Zweige zeräſtelt und das Blut einem jeden Theile des Körpers zuführt*). Das Blut wird alsdann dem Herzen durch die gewöhnlichen Venen zugeführt, welche eine große Hohlvene (C) bilden. Dieſe Vene iſt an ihrem Ende etwa da, wo ſie in die Vorkammer einmündet, beträchtlich erweitert und bildet das, was man **Sinus venosus** genannt hat. Auf dieſen folgt die Vorkammer (D) und die Herzkammer (E). Außer dieſen Höhlen iſt aber noch eine vierte vorhanden, welche durch eine Erweiterung des Urſprunges der Kiemenarterie gebildet wird, und der Arterienzwiebel, **Bulbus arteriosus**, heißt. Dieſer trägt ohne Zweifel dazu bei, die Kraft, mit welcher das Blut in die Kiemenarterie geführt wird, zu vermehren.

Bei den Reptilien iſt der Kreislauf des Blutes nicht doppelt, wie bei den Fiſchen, indem nur ein Theil des Blutes dem Einfluſſe der Luft in den Lungen ausgeſetzt wird. Alle dieſer Claſſe angehörigen Thiere ſind kaltblütig, und in ihren Bewegungen lahm und

*) Die Schwanzportion der Aorta wird durch die Wurzeln der inneren Darmfortſätze, durch welche Bögen gebildet werden, unter denen die Arterie hindurchgeht, bedeckt; und häufig iſt die Arterie in einem knöchernen Kanale enthalten, der durch die Körper der Wirbel gebildet wird, offenbar um ſie vor allem Drucke von außen zu ſchützen. Beim Stör iſt auch die Hinterleibsaorta ſo geſchützt, indem ſie vollkommen in einen knöchernen Kanal eingeſchloſſen iſt.

träge; sie leben von einer außerordentlich geringen Menge von Lebensmitteln und haben ein bewundernswürdig zähes Leben. Die einfachste Form dieser Art des Kreislaufes treffen wir bei den Batrachiern an; er ist abgebildet Fig. 215. Das Herz des Frosches z. B. besteht aus einer einzigen Vorkammer (D) und einer einzigen Herzkammer (E)*). Aus der letztern entspringt ein großer arterieller Stamm, welcher die Aorta ist. Diese Aorta theilt sich bald in zwei Aeste, welche, nachdem sie an den Kopf und den Nacken Zweige abgegeben haben, sich (wie man bei O, P sieht) nach unten biegen und vereinigen, um einen gemeinschaftlichen Stamm zu bilden, welcher die herabsteigende Aorta ist. Von diesem Gefäße gehen alle Arterien aus, welche sich an dem Rumpfe und den Gliedern zertheilen; sie sind bei B dargestellt. Diese arteriellen Verzweigungen aber gehen in die Wurzeln der großen Venenstämme über, welche, wie gewöhnlich, die Hohlvenen (C) bilden und in der Vorkammer (D) des Herzens endigen.

Von jedem der beiden Stämme, die aus der ersten Theilung der Aorta entspringen, gehen kleine Arterien (F) aus, welche sich in den Lungen (G, H) verästeln, und diesen Organen einen Theil der cirkulirenden Blutmasse zuführen. Aus diesen Lungenarterien entspringt eine Reihe von Venen, die sich in kleine Stämme (I) vereinigen, welche das mit der Luft in Berührung gewesene Blut der Vorkammer des Herzens zuführen (D), woselbst es mit dem Blute

*) Dr. Davy hat beobachtet, daß, obgleich die Vorkammer von außen gesehen einfach erscheint, ihre Höhle im Innern eine Abtheilung besitzt, wodurch sie in zwei Kammern getheilt wird; diese Scheidewand ist häutiger Natur und hat nur wenig Muskelfasern. Die beiden Vorkammern stehen aber mit der Herzkammer durch eine gemeinschaftliche Oeffnung in Verbindung, die mit drei halbmondförmigen Klappen versehen ist. Edin. Phil. Journ. XIX, 161.

Mr. Owen hat hierüber eigene Beobachtungen gemacht, und mich versichert, daß sie mit denen Davy's übereinstimmen. Er entdeckte auch bei Silien eine unterscheidbare Lungenvorkammer, und zieht hieraus den Schluß, daß überall, wo die Lungen hinreichend entwickelt sind, um im Blute eine Veränderung hervorzurufen, diese Flüssigkeit auf einem bestimmten Wege der Herzkammer zugeführt wird, wodurch die in den Lungenvenen vorhandene Blutsäule nicht dem Druck des Blutes ausgesetzt wird, das durch die rechte Vorkammer strömt.

gemischt wird, welches durch die Hohlvenen von dem Kreislaufe des Körpers zurückkommt. Auf diese Weise wird das Blut nur theilweise der Einwirkung der Luft ausgesetzt, da der kleine Kreislauf blos ein Theil des großen ist.

Nichts ist interessanter und schöner als die Art, auf welche die Natur den Uebergang von dem Kiemenkreislaufe der Kaulquappe in den Lungenkreislauf des Frosches bewerkstelligt. Bei den ersteren (den Kaulquappen) sind die Respirations-Organe gänzlich so gebildet, wie bei den Fischen, und die Respiration selbst geschieht ganz auf dieselbe Art, wie in dieser Classe von Thieren. Das Herz ist daher gänzlich Kiemenherz, die ganze Blutmasse, die es enthält, sendet es dem Kiemen zu, und die Venen, welche aus diesem entspringen, vereinigen sich wie bei den Fischen, um die herabsteigende Aorta zu bilden. (Ihr Verlauf ist ungefähr der, wie er in der Zeichnung durch die punctirten Linien M und N angedeutet ist.) Je mehr sich die Lungen entwickeln, entstehen auch nach und nach kleine Arterienzweige, die von der Aorta entspringen, um sich in diesem Organe zu verbreiten, und je mehr diese Arterien wachsen, desto mehr vermindern und verkleinern sich die Kiemenarterien; endlich obliteriren diese gänzlich, der Lauf des Blutes wird ganz von ihnen abgelenkt und durchströmt die erweiterten Seitenzweige (O, P), aus deren Vereinigung die herabsteigende Aorta gebildet wird. Dieses letztere Gefäß erhält nun all sein Blut direct aus dem Herzen, und dieses, welches vorher ein Kiemenherz war, wird dadurch in ein Lungenherz verwandelt.

Das Herz der Cheloner, in welche Classe von Thieren die gewöhnlichen See- und Land-Schildkrötengattungen gehören, besitzt zwei unterscheidbare, getrennte Vorkammern, deren eine ihr Blut von den Lungenvenen, die andere aber von den Körpervenen erhält, so daß die Vermischung des venösen und arteriellen Blutes nicht in den Vorkammern, sondern in der Herzkammer selbst vor sich geht. Wenn alle drei Höhlen dieses Herzens mit Blut angefüllt sind, so hat es das Ansehen, als ob das Ganze eine Vereinigung von drei Herzen wäre, indem die beiden Vorkammern beinahe ebenso groß sind, als die Herzkammern. Das Cirkulations-System der Ophidier hat in seiner Construction sehr viele Aehnlichkeit mit dem der Cheloner.

Bei den Sauriern finden wir eine noch complicirtere Bildung dieſes Syſtemes. Bei dem Chamäleon hat jede Vorkammer des Herzens eine große venöſe Höhle, welche ſo gebildet iſt, daß es ausſieht, als wären außer den gewöhnlichen Vorkammern noch zwei weitere Vorkammern vorhanden.*) Das Herz des Crocodills hat nicht nur zwei Vorkammern, ſondern ſeine Herzkammer iſt durch zwei Scheidewände in drei Höhlen getheilt; jede dieſer Scheidewände iſt durchbohrt, ſo daß zwiſchen dieſen drei Höhlen eine freie Communication ſtattfindet, und die Durchgänge durch das Herz ſind ſo eingerichtet, daß der Blutſtrom, welcher von den Lungen kommt und alſo dem Einfluſſe der Luft ausgeſetzt war, ganz beſonders denjenigen Arterien zugeführt wird, welche den Kopf und die Muskeln der Glieder mit Blut verſehen, während das verbrauchte Blut veranlaßt wird, wieder die Arterien der Eingeweide zu durchwandern.**)

---

*) Houſton: Trans. Roy. Irish Acad. XV. 189

**) Nach dieſer Einrichtung der Gefäße ſcheint es, daß das Gehirn oder das Centralorgan des Nervenſyſtems mehr als jeder andere Theil den Zufluß eines geſauerſtofften Blutes zur richtigen Ausführung ſeiner Funktionen nöthig habe. Mehrere Anatomen haben ſchon die merkwürdige Einrichtung beſchrieben, vermöge welcher bei den größeren Reptiliengattungen, wie bei dem Krokodill, dem Kopfe ein anderes Blut zugeführt wird, als den übrigen Theilen des Körpers; in neueren Zeiten aber hat Martin St. Ange dieſen Gegenſtand genauer unterſucht. (Siehe den Bericht von G. St. Hilaire, Revue Médicale, Avril 1833.) Man fand bei dieſen Thieren, wie auch bei den Cheloniern, daß durch zwei nach außen frei mündende Kanäle, vermittelſt welcher das lufthaltende Waſſer in die Bauchhöhle eindringen kann, noch ein theilweiſes Reſpirationsſyſtem vermittelt wird, indem die Flüſſigkeit auf das in den Eingeweiden cirkulirende Blut einwirken kann. Spuren von Kanälen dieſer Art finden wir auch bei einigen Thieren der höheren Claſſen der Wirbelthiere, wie unter den Säugethieren bei den Monotremen und Marſupialien (Beutelthieren).

Der Kreislauf des menſchlichen Fetus hat die größte Aehnlichkeit mit dem des Krokodills, indem hier die Einrichtung getroffen iſt, daß der von der Leber durch die untere Hohlader herkommende Blutſtrom vorzugsweiſe durch das eiförmige Loch in die linke Vor- und Herzkammer und von da durch die aufſteigende Aorta mehr dem Kopf zu geleitet wird, währenddem das durch die obere Hohlader und die ungepaarte Vene zu der rechten Vorkammer kommende Blut größtentheils in die rechte Herzkammer und von da durch die Lungenarterie und den botalliſchen Gang dem unteren Theil des Körpers zugeführt wird; ſo daß der Kopf immer eine verhältnißmäßig größere Menge lebenskräftigen Blutes erhält, als der Unterleib. Anm. d. Ueberſ.

Bei den warmblütigen Thieren wird diesen beiden Zwecken des Kreislaufes auf das vollkommenste entsprochen; die ganze Blutmasse geht abwechslungsweise durch das System des großen und kleinen Kreislaufes und jede dieser Abtheilungen besitzt einen vollkommenen, für sich bestehenden Apparat. Es sind hier in der That zwei Herzen vorhanden, das eine auf der linken Seite befindliche treibt das Blut durch das System des großen oder Körperkreislaufes, während das andere auf der rechten Seite befindliche, für den kleinern oder Lungenkreislauf bestimmt ist. Die beigefügte Zeichnung (Fig. 216) erklärt den Plan dieses Circulationssystems bei den warmblütigen Thieren. Von der linken Herzkammer (C) wird das Blut in die Aorte (A) getrieben, um sich in den Arterien des Körpers (B) zu vertheilen, jedem Theil des Körpers das ihm zukommende Blut zuzuführen und in alle Haargefäße einzudringen; sodann geht das Blut durch die Venen und deren Hauptstämme die Hohlvenen (C) der rechten Vorkammer (D) zu, von wo aus es in die rechte Herzkammer (E) strömt. Diese rechte Herzkammer treibt das Blut, das sie auf die angeführte Weise erhalten hatte, durch die Lungenarterien (F) in die Lungen (H); dort wird es dem Einflusse der Luft ausgesetzt und durch die Lungenvenen (I) in die linke Vorkammer (K) gebracht, welche es unmittelbar der linken Herzkammer (L) zuführt; und von hier aus beginnt der eben angegebene Kreislauf.

Beide, sowohl das rechte, als auch das linke Herz, haben die ihnen zukommende Vor- und Herzkammer; sie sind aber von einer einzigen Hülle umschlossen, und so miteinander verwachsen, daß sie nur ein einziges Organ zu bilden scheinen; *) wobei jedoch

*) Eine merkwürdige Ausnahme von diesem allgemeinen Gesetz der Verwachsung kommt in dem Fig. 217 abgebildeten Herzen des Dügong (Halicore) vor. Man kann hier deutlich sehen, daß die beiden Herzkammern (E und L) beinahe ganz von einander getrennt sind. In dieser Abbildung, welche den Philosophical Transactions vom Jahre 1820 entnommen ist, ist D die rechte Vorkammer, E die rechte Herzkammer, F die Lungenarterie, K die linke Vorkammer, L die linke Herzkammer, und A die Aorta.

die rechte und die linke Hälfte genau von einander getrennt, und durch Scheidewände geschieden sind, so daß kein directes Uebergehen des Blutes von einer Seite zur andern möglich ist. Diese beiden Herzen können daher zwei unter einem Dache befindlichen Zimmerreihen verglichen werden, deren jedes seinen eigenen Ein- und Ausgang hat, wo aber zwischen den beiden Reihen eine undurchdringliche Mauer gezogen ist. Die Verbindung der beiden Herzen trägt sehr viel zur Stärke des Ganzen bei, denn die Muskelfasern des einen vermischen sich mit denen des anderen, so daß sie in ihren Wirkungen zusammentreffen und beide Kreisläufe zu einer und derselben Zeit vor sich gehen; das heißt, beide Herzkammern ziehen sich zu derselben Zeit zusammen, und dasselbe findet bei den Vorkammern statt. Das Blut, welches so eben von dem Körper zurückgekehrt ist, und dasjenige, welches von den Lungen herkömmt (das eine durch die Hohlvenen, das andere durch die Lungenvenen), füllt die beiden Vorkammern in einen und demselben Augenblicke an, welche alsdann zu gleicher Zeit ihren Inhalt in die betreffenden Herzkammern entleeren. Auf gleiche Weise treibt die rechte Herzkammer in demselben Augenblicke das verbrauchte Blut in die Lungenarterie, damit es durch den Einfluß der Luft wieder gereinigt werde, als die linke Herzkammer das in ihr enthaltene, der Einwirkung der Luft ausgesetzte Blut durch die Aorta hindurch zum Behufe der allgemeinen Ernährung in den Körper treibt. Auf diese Weise cirkulirt dieselbe Blutwelle, welche einen Pulsschlag vorher durch die Lungen passirte, durch das ganze System des Körpers und so tragen die Zusammenziehungen der Venen, Vorkammern, Herzkammern und Arterien alle zu einem und demselben allgemeinen Zwecke bei, und machen das schönste und vollkommenste harmonische Ganze aus *).

*) Wenn man die Lage des menschlichen Herzens mit der der Thiere vergleicht, so findet man hierin einen evidenten Beweis dafür, daß der menschliche Körper zur aufrechten Stellung geschaffen sey, denn bei den Quadrupeden liegt das Herz gerade mitten im Brustkasten, die Spitze dem Hinterleib zugekehrt, und ohne Verbindung mit dem Zwerchfell. Beim Menschen aber liegt das Herz schief auf dem Zwerchfell mit der Spitze der linken Seite zugekehrt.

§. 4. Von der Vertheilung der Blutgefäße.

Die Art, auf welche sich die Arterien in dem thierischen Organismus verbreiten, stellt uns zahllose Beweise einer weisen Einrichtung und klugen Fürsorge vor Augen. Die großen Stämme der Arterien und Venen, welche dem Kreislaufe in den Gliedern vorstehen, verlaufen immer an den inneren Seiten derselben und längs der innern Winkel der Gelenke und suchen durchaus den Schutz der in der Nähe liegenden Knochen auf; an vielen Knochen bilden sich Gruben, in welchen die Arterien liegen, was offenbar in der Absicht geschieht, diesen Organen einen ungestörten Verlauf und den nöthigen Schutz zu verleihen. So verlaufen die großen Hauptarterien, welche die Muskeln der Brust mit Blut versehen, längs des untern Randes einer jeden Rippe in den für ihren Schutz bestimmten Gruben. Sehr häufig sind Arterien noch viel wirksamer gegen von Außen herkommende Zufälle dadurch geschützt, daß sie in soliden knöchernen Röhren eingeschlossen sind. Ein Beispiel dieser Art sind diejenigen Arterien, welche die Zähne mit Blut versehen, indem sie sowohl in der oberen als unteren Kinnlade in einem Canale eingeschlossen sind, welcher den Knochen seiner ganzen Länge nach durchbohrt. Bei den Fischen geht die Aorte, nachdem sie die für die Baucheingeweide nöthigen Arterien abgegeben, dem Schwanze entlang durch einen von knöchernen Fortsätzen, die von den Wirbeln ausgehen, gebildeten Canal; ein ähnlicher Schutz wird der entsprechenden Arterie bei den Cetaceen zu Theil. Im Vorderfuße des Löwen, welcher Kraftäußerungen von unglaublicher Stärke auszuführen hat, wäre die Arterie ohne einen besondern Schutz in der größten Gefahr, durch die heftigen Zusammenziehungen der Muskeln zusammengedrückt zu werden; um diesem Unfall vorzubeugen, ist aber die Einrichtung getroffen, daß sie durch ein Loch in dem Knochen selbst hindurchgeht, wo sie vor Druck vollkommen gesichert ist. In ähnlicher Absicht ist das Hufbein des Pferdes durchbohrt, damit die Hufarterien nicht durch Druck leiden.

Von der Quantität des Blutes, welche ein Organ erhält, hängt großentheils die Energie seiner Lebensfunctionen ab. Die

Muskeln, welche zu den lebenskräftigsten Thätigkeitsäußerungen verwendet werden, findet man immer von einer verhältnißmäßig größeren Quantität von Blut durchströmt. Es ist eine ganz gemeine Erfahrung, daß bei den vierfüßigen Thieren der rechte Vorderfuß und bei dem Menschen der rechte Arm stärker ist, als der linke. Viel von dieser größeren Stärke kömmt ohne Zweifel von der Erziehung her, indem der rechte Arm gewöhnlich mehr geübt wird, als der linke. Allein die verschiedene Art, auf welche die beiden Arme ihre Arterien erhalten, scheint wohl die nächste Quelle dieser Ungleichheit zu seyn. Diejenige Arterie, welche den rechten Arm mit Blut versorgt, entspringt zuerst aus der Aorta, daher das Blut in geraderem Laufe vom Herzen kömmt, als dieß bei der Arterie des linken Arms der Fall ist, welche gemeinschaftlich mit der linken Kopfarterie entspringt; daraus kann man den Schluß ziehen, daß der rechte Arm besser genährt wird, als der linke. Es mag für die Bestätigung dieses Satzes noch angeführt werden, daß bei den Vögeln, wo jede Ungleichheit der Thätigkeit der beiden Flügel eine Störung in der Regelmäßigkeit des Fluges herbeiführen würde, die Aorta, sobald sie im Mittelpunkt der Brust angekommen ist, sich mit vollkommener Gleichheit in 2 Zweige theilt, so daß beide Flügel genau dieselbe Quantität von Blut erhalten und die Muskeln, welche dadurch ganz gleich ernährt werden, jene Gleichheit der Stärke beibehalten, welche eine unerläßliche Bedingung ihrer Function ist. Wenn ein Organ eine große Quantität von Blut bedarf, seine Textur aber so zart ist, daß sie leiden würde, wenn ein heftiger Blutstrom durch große Arterien zugeführt würde, so sind gewisse Vorrichtungen vorhanden, welche dazu bestimmt sind, die Gewalt des Blutstroms zu brechen, und diese bestehen entweder darin, daß der Verlauf der betreffenden Arterien sehr gewunden und geschlängelt ist, oder darin, daß sie, bevor sie an den Ort ihrer Bestimmung kommen, sich in eine große Anzahl kleinerer Arterien vertheilen. Das zarte Gewebe des Gehirnes würde z. B. durch einen Blutstrom, welcher mit beträchtlicher Kraft gegen die Wandungen der Arterie anprallte, welche sich in ihm vertheilen, außerordentlich verletzt werden,

und doch hat dieses Organ eine sehr große Menge von Blut nöthig, um gehörig seine Function auszuüben. Daher finden wir, daß alle Arterien, welche dem Gehirne zugehen, einen außerordentlich gewundenen Verlauf haben, wobei jede Biegung offenbar sehr viel dazu beiträgt, die Gewalt des Blutstroms zu vermindern.

Bei grasfressenden Thieren, welche genöthigt sind, ihr Futter auf dem Boden zu suchen und daher längere Zeit ihren Kopf tief halten müssen, ist die Gefahr eines übermäßigen Blutzuflusses gegen das Gehirn viel größer, als bei andern Thieren und wir finden daher auch, daß zur Vermeidung dieser Gefahr ganz außerordentliche Maßregeln getroffen sind. Die Arterien, welche das Gehirn mit Blut versehen, vertheilen sich bei ihrem Eintritt in die Basis der Schedelhöhle plötzlich in eine große Menge von kleinen Gefäßchen, welche ein zusammengesetztes Netzwerk, das Wundernetz genannt, bilden; eine Einrichtung, welche nach bekannten hydraulischen Gesetzen die Schnelligkeit des hindurchgehenden Blutes außerordentlich vermindert. Daß dieß der wahre Zweck dieser Einrichtung ist, erhellt auch noch daraus, daß diese kleinen Zweigchen sich nachher, wenn sie in die Substanz des Gehirnes eindringen, wieder zu einem Stamme vereinigen, der alsdann dieselbe Vertheilung hat wie bei Thieren, denen das Wundernetz fehlt.

Beim **Bradypus tridactylus**, oder dem großen amerikanischen Faulthier, welches durch die Langsamkeit seiner Bewegungen ausgezeichnet ist, finden wir die Arterien der Extremitäten nach einem ähnlichen Plane gebildet. Sobald diese Arterien in die obere oder untere Extremität eintreten, zertheilen sie sich plötzlich in eine große Anzahl cylindrischer Gefäße von gleicher Größe, welche an verschiedenen Stellen durch Seitenäste miteinander in Verbindung stehen. Diese auf so sonderbare Weise abgetheilte Arterien sind ausschließlich für die Muskeln der Glieder bestimmt; denn alle anderen Arterien des Körpers verzweigen sich auf eine und dieselbe Weise. Diese Bildung welche von Sir A. Carlisle *) entdeckt wurde, ist nicht

*) Phil. Trans. for 1800, p. 98 und for 1804, p. 17.

nur dem Faulthier eigen, sondern kommt auch bei andern Thieren vor, wie z. B. bei **Lemur tardigradus** und **Lemur loris** (Meerkatzenarten) welche in Absicht auf die außerordentliche Langsamkeit ihrer Bewegungen dem Faulthiere ähnlich sind. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß diese Eigenthümlichkeit *) der Muskelkraft von dieser merkwürdigen Arterienbildung herrührt, oder wenigstens in etwas mit ihr in Verbindung steht. Beim Löwen und einigen anderen Raubthieren findet man eine ähnliche Bildung in den Arterien des Kopfes, welche wahrscheinlich den Nutzen hat, der Zusammenziehung der Muskeln mehr Ausdauer zu verleihen, wenn das Thier im Falle ist, mit seinen Kinnbacken ein größeres Thier, wie einen Büffel, zu packen und fortzuschleppen.

Wollen wir uns eine richtige Vorstellung von der ungeheuern Kraft der Herzkammer oder des ersten bewegenden Agens bei dem Kreislaufe des Blutes machen, so haben wir nur die zahlreichen Hindernisse ins Auge zu fassen, welche dem Durchgange des Blutes durch das Arteriensystem im Wege stehen. Diese sind einmal die natürliche Elasticität der Arterienwandungen, welche überwunden werden muß, ehe das Blut durchpassiren kann. Zweitens sind die Arterien an vielen Stellen so sehr mit festeren Theilen des Körpers verwachsen, daß ihre Erweiterung nicht Statt finden kann, ohne daß zu derselben Zeit ihnen eine Bewegung mitgetheilt würde. So ist die Kniekehlarterie, wenn wir mit gekreuzten Beinen sitzen und das Knie des einen in die Kniekehle des andern Fußes eingedrückt wird, im Stande, mittelst ihrer Pulsation bei jedem Pulsschlage das ganze Bein in Bewegung zu setzen. Betrachten wir das ganze Gewicht des Fußes, und ziehen wir die Länge des Hebels in Betracht, auf welchen ge-

*) Ich bin der Ansicht, daß die ganze Einrichtung der Wundernetze in muskulösen Organen dazu diene, den Muskel nach Gefallen des Thieres in eine Art von Erectionszustand zu versetzen, in welchem an kein Ermüden zu denken ist. Etwas Analoges sind die arteriae helicinae im Penis des Menschen und vieler Thiere. Auch haben die angegebenen Thiere die Gewohnheit, auf Bäumen zu leben, wo sie, um ihrem Futter nachzugehen, oft in Stellungen verharren müssen, die bei der Schwere ihres Körpers sehr ermüden müßten. Auch die bei den unten angeführten Raubthieren vorkommende Anwesenheit eines solchen Verhaltens spricht sehr für diese Ansicht. Anm. d. Uebers.

wirkt werden muß, so werden wir von der erstaunlichen Stärke überzeugt, welche dem Blutstrom eigen ist, der ein ganzes Glied in die Höhe heben kann. Drittens muß der gewundene Verlauf, welchen das Blut nehmen muß, indem es gezwungen ist, allen den gekrümmten und schlangenförmigen Biegungen der Arterien zu folgen, seiner Bewegung bedeutend im Wege stehen; unerachtet dieser zahlreichen und kräftigen Hindernisse aber ist die Gewalt des Herzens so groß, daß sie Alles, was ihr im Wege steht, und alle Ursachen der Verzögerung überwindet und mit ungeheurer Schnelligkeit das Blut in die Aorta treibt. Die Herzkammer des menschlichen Herzens enthält nicht mehr als eine Unze Blut und zieht sich ungefähr 60 — 70 mal in der Minute zusammen, so daß jede Stunde unseres Lebens ungefähr 300 Pfund Blut durch dieses Organ hindurchfließen. „Betrachten wir nun" sagt Paley „wie es sich verhält bei Thieren, die viel größer sind, als der Mensch; die Aorta des Wallfisches hat eine größere Höhle, als die Hauptröhre der Wasserwerke an der Londner Brücke; und das Wasser, welches durch diese Röhre geht, besitzt eine geringere Schnelligkeit und wird mit einer geringeren Stoßkraft getrieben, als das Blut durch das Herz des Wallfisches. Ein Anatom, welcher die Structur des Herzens kennt, würde über diese Behauptung sagen, daß sie im Scherze ausgesprochen sey, denn er würde erwarten, daß ein so complicirter Mechanismus, dessen Theile so außerordentlich zart sind, entweder sehr leicht Schaden leiden, oder in kurzer Zeit sich selbst zerstören würde. Diese wundervolle Maschine aber bewegt sich unaufhörlich 80 Jahre hintereinander Tag und Nacht, und gibt 10,000 Schläge alle 24 Stunden; überwindet bei jedem Schlage einen großen Widerstand und setzt seine Thätigkeit diese ganze Zeit hindurch fort, ohne Störung und Müdigkeit. Von den Leuten, welche ihr Leben auf einem Schiffe zubringen, hat man oft gesagt, daß zwischen ihnen und ihrem Tode nur eine Planke sey; aber in dem Körper und besonders in dem arteriellen System ist diese Scheidewand an vielen Stellen nur eine Membran, eine Haut, ein Faden." Aber wie herrlich ist jeder Theil vor Verletzung

gesichert, mit welcher Vorsicht ist für unvorhergesehene Fälle gesorgt, und wie geschickt oft die Gefahr abgewendet! Der Impuls, welchen das Herz durch seine kräftigen Zusammenziehungen dem Blute verleiht, hört beinahe auf, wenn dieses das Venensystem erreicht hat; die Natur hat daher in diesem zahlreiche Klappen angebracht, welche alle gegen das Herz hin sich öffnen, so daß, solange das Blut seinen natürlichen Verlauf beibehält, es keinem Hindernisse begegnet, eine retrograde Bewegung aber auf das Wirksamste vermieden wird. Daher hilft äußerlicher Druck, der zufällig auf die Venen angebracht wird, der Bewegung des Blutes gegen das Herz nach; die Muskelbewegung ist daher ein sehr wirksames Mittel, um den Kreislauf zu befördern. Klappen kommen besonders in denjenigen Venen vor, welche über die Muskeln der Extremitäten herlaufen, oder sich unmittelbar unter der Haut befinden. In den inneren Venen aber, welche den Eingeweiden angehören, die weniger einem ungleichen Drucke ausgesetzt sind, fehlen diese Klappen. In Fig. 218 ist das Innere einer größeren Vene mit den Klappen abgebildet.

Die Lage und Bildung der Klappen, welche als hydraulisch wirkende Organe anzusehen sind, liefern ganz unzweifelhaften Beweis für die Richtung des Blutlaufes. Durch die Beobachtung dieser Klappen verfiel Harvey zuerst auf die Entdeckung des wahren Kreislaufes des Blutes in den Venen, Arterien und dem Herzen. Diese große Entdeckung war eine der frühesten Früchte des thätigen und rationellen Untersuchungsgeistes, welcher in dem Zeitraume von Baco den menschlichen Geist aus einer langen Nacht des Schlummers zu wecken begann und die Finsterniß aufklärte, welche so viele Jahre hindurch die Natur-Wissenschaften überschattete, und der Name des Mannes, der sie hervorgerufen hat, wird ewig in den Annalen unserer Culturgeschichte glänzen. Auch die Betrachtung, daß diese Entdeckung ihre Quelle in dem Studium der vergleichenden Anatomie und Philosophie hatte, liefert einen überzeugenden Beweis von der Größe der Vortheile, welche aus dem Studium dieser Wissenschaften entspringen. Ja, die Na-

tur selbst scheint es in diesem Fall darauf angelegt zu haben, uns bei der Bildung der Organe des Kreislaufes, die unendliche Mannigfaltigkeit ihrer Combinationen kennen zu lehren, und die Verhältnisse dieser Einrichtungen zu den Lebenskräften aus einander zu setzen; so daß wir dadurch in der Erforschung der Gesetze der organischen Welt gefördert werden. —

Zusatz des Uebersetzers.

In der Roget'schen Abhandlung über den Kreislauf des Bluts war von dem Blute selbst, seinen chemischen Zusammensetzungen und seinen organischen Bildungen so wenig die Rede, daß ich es für nothwendig halte, hier eine Skizze der organischen Zergliederung des Circulationssystems zu geben, wobei ich mich an die ausgezeichneten Untersuchungen von Schultz halte *).

Wenn wir das Blut als eine organische Flüssigkeit betrachten, so zerfällt es wesentlich in 2 Theile, deren einer eine gleichmäßige, farblose Flüssigkeit darstellt, welche den bildenden Theil des Bluts ausmacht und daher mit dem Namen **Plasma** bezeichnet wird. In diesem Plasma schwimmen unzählige kleine Bläschen umher, die durch einen eigenthümlichen Farbestoff roth gefärbt sind. Man hat früher diese Theile nur in ihrer chemischen Trennung betrachtet. Man hat gefunden, daß, wenn man Blut stehen läßt, sich ein wässeriger, farbloser Theil absondert, und ein zäherer, rothgefärbter Blutkuchen auf dem Boden des Gefäßes sitzen bleibt; aus diesem Blutkuchen konnte man durch Auswaschen den rothen Farbestoff entfernen, worauf dann eine faserige, weißgelbe Substanz übrig bleibt. Den wässerigen Theil des Blutes nannte man Blutwasser (**Serum**); jenen festen, weißgelben Theil des Blutkuchens, Faserstoff (**Fibrine**), und das rothfärbende Princip, Farbstoff (**Cruor**). Diese ältere Eintheilung der Bestandtheile des Blutes ist deßwegen unrichtig, weil dieselben durch

*) Siehe das System der Circulation in seiner Entwicklung, dargestellt von C. H. Schultz, Stuttg. u. Tübingen, bei Cotta, 1836.

einen chemischen Zersetzungsproceß, das Gerinnen, gebildet wurden. Das Blut ist aber in den Blutgefäßen niemals geronnen vorhanden, kann also keineswegs in seinem lebenden Zustande als ein Gemengsel der 3 angeführten Stoffe betrachtet werden. Schon frühere Beobachter hatten durch mikroscopische Beobachtungen bewiesen, daß das Blut nicht eine homogene Flüssigkeit sey, sondern daß eine Menge von kleinen Küchelchen, an denen der rothe Farbstoff haftet, in einer durchscheinenden Flüssigkeit sich bewegt, und dieses Resultat führt auf die Annahme der von Schultz zuerst gemachten Trennung in Plasma und Blutbläschen.

Das Plasma des Blutes läßt sich auf verschiedene Weise getrennt von den Bläschen darstellen. Die einfachste Erscheinung derselben ist die Entzündungs-Kruste, welche häufig genug bei dem Blute, das während Entzündungen gelassen wird, beobachtet werden kann. Ferner dadurch, daß man das Blut, mit Salzen vermengt, umrührt und dann stehen läßt. Durch die Salze wird das Gerinnen des Blutes verzögert, und die Bläschen können sich vom Plasma trennen, ohne daß der Faserstoff sich aus dem Serum ausscheidet.— Zuerst soll nun hier von den Blutbläschen die Rede seyn.

Die Blutbläschen haben bei den Wirbelthieren eine linsenförmig plattgedrückte Gestalt, und bestehen aus einer durchscheinenden Hülle, in welcher ein kleiner Kern befindlich ist. Die Blutbläschen des Menschen sind von verschiedener Größe, daher die Angaben darüber auch sehr variiren. Die größeren Bläschen haben eine Größe von $^1/_{277}$ Linie, die kleineren eine Größe von $^1/_{320}$ bis $^1/_{321}$ Linie; die Dicke derselben beträgt $^1/_{1176}$ Linie. Diese unglaublich kleinen Bläschen sind als Körper zu betrachten, die eine vollkommene Organisation haben, ohne in organischer Verbindung mit irgend einem Theile des Körpers selbst zu stehen. Sie sind gleichsam die Urmonaden des organisirten Körpers und, wie wir später sehen werden, Hauptagentien für die Belebung der Organe. Sie entstehen aus dem Nahrungssafte, der durch die Milchgefäße dem Blutgefäßsystem zugeführt wird, und machen gleichsam ihren Lebenslauf durch, bis sie am Ende absterben und durch neue ersetzt werden.

Die Kerne liegen frei in den Blutbläschen und haben eine sphärische Gestalt, die aber nicht immer sich gleich bleibt, so wie ihre Größe sehr wechselt. Die letztere beträgt beim Menschen $^1/_{1200}$ Linie. Zwischen der Bläschenhülle und dem Kern scheint eine elastische Flüssigkeit sich zu befinden, was dadurch bewiesen wird, daß die Bläschen selbst eine außerordentliche Elastizität besitzen, die man ganz deutlich wahrnehmen kann, wenn man den Durchgang derselben durch feinere Gefäße unter dem Mikroskope betrachtet. Man hat auch beobachtet, daß wenn man dieß Bläschen zwischen Gas zusammendrückt, sie 4 — 5 mal breiter werden, nach aufgehobenem Druck aber ihre frühere Gestalt wieder annehmen.

Was den Farbstoff betrifft, so waren die früheren Beobachter darüber einig, daß derselbe an den Blutbläschen haftet. Neuere Beobachter haben aber dargethan, daß derselbe blos an den Bläschenhüllen hafte, den Kernen aber nicht eigen sey. Was die Ursache dieser rothen Farbe betrifft, so sind die Untersucher verschiedener Ansicht. Gewöhnlich schreibt man sie dem Eisengehalte des Blutes zu; bedenkt man aber, daß die Eisenmenge des Blutes nicht mehr als ein halbes Procent des Farbstoffs oder etwa den $^1/_{2000}$ Theil des Blutes beträgt, so sieht man leicht ein, daß vom Eisen der Farbestoff des Blutes nicht herrühren kann, sondern wahrscheinlich ein eigenthümliches Pigment des Blutes ist.

Merkwürdig ist die Einwirkung der verschiedenen Gasarten auf die Färbung des Blutes. Erstickende Gasarten, namentlich kohlensaures Gas, färben das Blut dunkler, während belebende Gasarten, wie Sauerstoff, ihm eine hellrothe Farbe mittheilen.

Was die Bedeutung der Blutbläschen betrifft, so läßt sich beweisen, daß sie an der Bildung des Körpers keinen Antheil haben; vielmehr haben sie lediglich nur eine Beziehung auf die Respiration. Sie sind es, welche das nöthige Sauerstoffgas aus der Luft absorbiren und dagegen Kohlensäure ausscheiden. Denn diejenigen Thiere, in deren Blut man die größte Menge von Bläschen findet, haben unverhältnißmäßig entwickeltere Respirationswerkzeuge, als Thiere, deren Blut ärmer an Bläs-

chen ist. Zugleich verdient bemerkt zu werden, daß die Blutbläschen wirklich Glas enthalten, und zwar die des Venenbluts Kohlensäure und die des Arterienbluts vorzugsweise Sauerstoff.

Das Plasma des Blutes ist derjenige Theil desselben, welcher zur Ernährung verwandt wird; es dient dazu, die Verwachsung getrennter Theile und die Narbenbildung zu vermitteln, so wie es bei Entzündungen das Substrat der plastischen Ausschwitzungen zu seyn scheint. Das Plasma ist eine farblose, gleichförmige Flüssigkeit von klebiger Beschaffenheit, welche die Fähigkeit zu gerinnen an der Luft hat und aus welcher sich beim Gerinnen ein ganz farbloser Blutkuchen, der den Faserstoff oder die Fibrine enthält, und ein ebenso farbloses Serum bilden. Der Gehalt an Fibrine ist verschieden; das Arterienbluts-Plasma enthält aber deren mehr als das Venenbluts-Plasma. Das erstere enthält 7,33 und das 5,94 pCt. Fibrine. Das Plasma bildet sich vor den Bläschen nach den von Schultz gemachten Beobachtungen über den Embryo; so wie es auch sich früher bei der Verdauung in den höheren Thieren bildete, als die Lymphkügelchen und Blutbläschen. Das Plasma scheint eine organische Bewegungskraft durch Selbsterregung zu haben, wie man unter dem Mikroskope in den feinsten Gefäßen beobachten kann; dadurch läßt sich auch die Unabhängigkeit des peripherischen Kreislaufes von dem Herzen erklären, so wie die Erstarrung des Plasma, nachdem es aus den Gefäßen entfernt worden ist, das letzte Zeichen einer lebendigen Zusammenziehung zu seyn scheint, analog der Todtenerstarrung bei den Muskeln. Während nun also die Blutbläschen den Zweck haben, die Blutbildung durch den Respirations-Proceß zu vermitteln, so ist das Plasma allein der Theil, wodurch das Blut seine bildende und dadurch das Leben unterhaltende Wirkung ausübt.

So viel vom Blut, nun noch etwas über den Kreislauf des Bluts in den Gefäßen, ein Capitel, das von unserem Autor nicht vollkommen erschöpfend gegeben wurde. Was die Geschichte des Kreislaufes betrifft, so war schon Galen bekannt, daß eine Blutströmung von den Lungen zum Körper und von dem Körper zu den Lungen vorhanden sey; allein der Zusammenhang

dieſer Blutſtrömung wurde von ihm nicht deutlich genug ausgeſprochen und ſpäter wurde ſie entſtellt und vergeſſen. Im Jahre 1531 beſchrieb Serveto den Kreislauf des Bluts in ſeinem Buche de trinitatis erroribus ganz naturgemäß, wurde aber vergeſſen, wahrſcheinlich deswegen, weil ſeine Schriften verboten und er durch Calvin verbrannt wurde. Hundert Jahre ſpäter entdeckte Harvey den Kreislauf wieder und beſchrieb ihn auf dieſelbe Weiſe, wie ihn unſer Roget beſchreibt, nämlich ſo, daß er die Eintheilung in einen kleinen und großen Kreislauf macht. Dieſe Trennung in großen und kleinen Kreislauf hat aber etwas durchaus Gezwungenes, indem das natürliche Verhältniß und der Gegenſatz zwiſchen Arterien- und Venenblut darin nicht ausgeſprochen iſt. Bichat theilte daher im Anfang dieſes Jahrhunderts den Kreislauf anders ein und hat ein Syſtem des rothen Blutes und ein Syſtem des ſchwarzen Blutes. Das Syſtem des rothen Blutes (Arterienblutes) wurzelt in den letzten Verzweigungen der Lungenvenen in den Lungen, geht durch die linke Hälfte des Herzens durch und verzweigt ſich mittelſt der Körperarterien und allen Theilen des Organismus. Das Syſtem des ſchwarzen Blutes (Venenblutes) hingegen beginnt in den letzten Theilen der Venen des Körpers, wird durch die Hohladern der rechten Hälfte des Herzens zugeführt und endet in den Lungen durch die letzten Verzweigungen der Lungenarterie.

Dieſe Theorie hat, wie Schultz ganz richtig bemerkt, das Mangelhafte, daß ſie, genau genommen, blos die verfolgbaren Enden des ſchwarzen und rothen Blutes in ſich aufnimmt; das Capillarſyſtem aber, in welchem man Arterien- und Venenblut ſo wenig als den Unterſchied der beiderſeitigen Gefäße nachweiſen kann, unbeachtet läßt. Dieſer theilt daher den Kreislauf ein in einen peripheriſchen und centralen. Der peripheriſche Kreislauf findet in den Haargefäßen ſtatt, und hier wird das Blut nicht durch die Gewalt des Herzens bewegt, ſondern durch die dem Plasma eigenthümliche Bewegkraft.

Dieſer peripheriſche Kreislauf findet ſtatt bei dem Embryo, ehe das Herz gebildet iſt. Der Central-Kreislauf hingegen umfaßt das größere Arterien- und Venenſyſtem und ſein Mittel-

punkt ist das Herz, welches auf die angegebene mechanische Weise das Blut bewegt.

Eine Eigenthümlichkeit des Venensystems ist hier noch anzugeben. Es wurde als allgemeines Gesetz ausgesprochen, daß das Venenblut von den Aesten gegen den Stamm hin sich bewegte. Dieses Gesetz erleidet aber eine Ausnahme in dem Pfortadersystem. Die Venen des Darmkanals nämlich vereinigen sich zu einem Stamme, welcher die Pfortader heißt. Anstatt, daß nun dieser Stamm nach Art anderer Venen in eine größere Vene einmündete, zerästelt er sich in der Leber, vollkommen wie eine Arterie, und bildet dort ein Capillargefäßsystem, aus welchem erst die Lebervenen ihren Ursprung nehmen, um das Blut der unteren Hohlader zuzuführen. Der Zweck dieser Einrichtung scheint die Gallenabsonderung zu seyn.

XI. Capitel.

Die Respiration.

§. 1. Von der Respiration im Allgemeinen.

Die Einwirkung der atmosphärischen Luft ist sowohl für die Erhaltung des Lebens der Thiere als der Pflanzen durchaus nöthig. Der aufsteigende Saft in den Pflanzen kann, ohne dem chemischen Einfluß der Luft in den Blättern ausgesetzt zu werden, nicht die nöthige Vervollkommnung erhalten; und ebenso erfordert das Blut der Thiere durch den reinigenden Einfluß der Respiration eine beständige Erneuerung seiner Lebenseigenschaften. Die große Wichtigkeit dieser Funktion ist daraus ersichtlich, daß die Natur dafür gesorgt hat, daß in jeder Thierclasse Einrichtungen vorhanden seyen, mittelst welcher die zur Nahrung bestimmten Flüssigkeiten immerwährend nach und nach in Berüh-

rung mit der Luft kommen. Selbst der Kreislauf, dem diese Säfte bei den meisten Thieren unterworfen sind, scheint im Vergleiche mit der Nothwendigkeit des Einflusses der Luft ein Gegenstand von geringerer Gewichtigkeit zu seyn, denn man findet, daß bei den Insecten, bei denen der Kreislauf des Blutes immer unvollkommen und unvollständig ist, dafür gesorgt wurde, daß die Luft zu einem jeden Theile ihres Körpers den freiesten Zutritt habe. Die Luft ist ein dringenderes Lebensbedürfniß, als die Nahrung; denn viele Thiere können leicht längere Zeit ohne Nahrung leben, alle gehen aber sehr schnell zu Grunde, wenn sie der Luft beraubt werden. Der Einfluß dieses Elementes wird ebensowohl zur Bildung und Entwicklung organisirter Wesen erfordert, als zur Fortsetzung ihres Lebens. Der Saamen keiner Pflanze kommt zum Keimen, wenn er in einem vollkommen luftleeren Raum eingeschlossen ist, und kein Ei, komme es auch von dem kleinsten Insecte, wird unter dieser Bedingung eine Larve zur Welt bringen. Spallanzani hat über diesen Gegenstand die allerverschiedensten und vielfachsten Untersuchungen gemacht, wobei er fand, daß Insecten unter der Luftpumpe in einer verdünnten Luft eingeschlossen, um so weniger lang lebten, je stärker der Grad der Verdünnung war. Diejenigen Gattungen von Infusorien, welche das zäheste Leben haben, lebten in sehr verdünnter Luft einen Monat lang; andere gingen innerhalb vierzehn, eilf oder acht Tagen zu Grunde, und einige starben schon nach zwei Tagen; in einem solchen unvollkommen luftleeren Raume sah man sie immer ihre gewohnten Bewegungen fortsetzen; sie drehten sich in Kreisen, stiegen an die Oberfläche der Flüssigkeit oder tauchten auf den Grund des Gefäßes und verursachten durch die schnellen Schwingungen ihrer Cilien Wirbel, um die herumschwimmenden Theilchen, die ihnen zur Nahrung dienten aufzufangen. Nach und nach entdeckte man aber an ihnen unwidersprechliche Zeichen von Mißbehagen; ihre Bewegungen wurden langsam, nach und nach trat eine allgemeine Erschlaffung ein und endlich starben sie. Wär der luftleere Raum vollkommen, so zeigte sich in keinem der Aufgüsse von vegetabilischer oder thierischer Substanz, in welchem sonst Millio-

nen dieser mikroskopischen Wesen herumschwärmen, auch nur ein einziges dieser Thierchen; ließ man aber das geringste Luftbläschen unter den Recipienten, in welchem sie enthalten waren, so erschienen sie sogleich in großer Anzahl.

Thiere, welche im Wasser leben, und beständig unter der Oberfläche dieses Elementes verweilen, wie die Fische und die größere Anzahl der Molluskengattungen, sind natürlich von der directen Einwirkung der Luft in ihrem gasförmigen Zustand ausgeschlossen. Da aber alles Wasser, wenn es der Luft ausgesetzt ist, dieselbe in großen Quantitäten einsaugt, so erhält es dadurch die Eigenschaft, auf die Respirationswerkzeuge der Wasserthiere einzuwirken. Der im Wasser enthaltene Sauerstoff der Luft (und es ist bekannt, daß derselbe in größerer Quantität vom Wasser absorbirt wird, als das Stickgas) wirkt sehr kräftig auf das Blut ein, aber freilich nicht mit der Energie, als wenn die Luft im gasförmigen Zustande geathmet wird. Daher ist die im Wasser enthaltene Luft diesen Thieren ein ebenso nothwendiges Bedürfniß, als die atmosphärische Luft den Landthieren; für unsere Untersuchungen über die Respiration der im Wasser lebenden Thiere ist es hinreichend, von den Wegen zu sprechen, auf welchen das sie umgebende Wasser zu den, dieser Funktion angehörigen, Theilen gelangt, und wenn ich von der Wirkung des Wassers auf dieselben rede, so ist darunter immer die Wirkung der im Wasser enthaltenen Luft zu verstehen.

Man kann die Respiration nach den verschiedenen Arten derselben verschieden eintheilen. Theilt man sie nach dem Wesen des Mediums ein, in welchem sie vor sich geht, so ist sie entweder atmosphärisch oder dem Wasser angehörig und in dem letzteren Falle entweder Hautrespiration oder Kiemenrespiration, je nachdem die Respirationsorgane äußerlich oder innerlich sind. Die atmosphärische Respiration aber ist entweder Tracheenrespiration oder Lungenrespiration, je nachdem die Luft durch eine Menge Röhren aufgenommen wird, die man Tracheen nennt, oder in größere geschlossene Organe einströmt, welche Lungen heißen.

§. 2. Von der Respiration im Wasser.

Den Zoophyten scheinen durchgängig die Kanäle zu fehlen, welche bei anderen Thieren das lufthaltende Wasser dem Innern des Körpers zuführen, damit es auf die im Innern enthaltenen Säfte einwirke und nachher ausgetrieben werde, um einer andern Welle Platz zu machen. Aus der Erfahrung, daß diese Funktion für alle andere Thiere durchaus nothwendig ist, hat man geschlossen, daß dieß auch bei den Zoophyten der Fall seyn müsse, und angenommen, daß die belebende Wirkung des sie umgebenden Elementes auf der Oberfläche ihres Körpers stattfinde. Es ist sehr möglich, daß bei den Polypen die äußere Hälfte ihres sackförmigen Körpers das Geschäft der Respiration versieht, während die innere Fläche desselben die Nahrungsstoffe verdaut; und bei den Acalephen findet ebenso wenig eine andere Annahme statt. Bei den Medusen scheinen die abwechselnden Ausdehnungen und Zusammenziehungen der frei flottirenden Ränder ihrer halbkugelförmigen Körper einen weiteren Zweck zu haben, als die bloße Ortsbewegung; denn diese Bewegungen gehen unter allen Umständen, gleichviel ob das Thier sich bewegt oder ob es in der Ruhe ist, mit der größten Regelmäßigkeit von Statten und hören selbst dann nicht auf, wenn das Thier aus dem Wasser genommen und auf die Erde gelegt wird, so lange wenigstens noch Leben in ihm ist. Der eigenthümliche Name der **Medusa pulmo** (**Polmone Marino** der Italiener) kommt von der Aehnlichkeit, welche die Bewegungen dieses Thieres mit der Bewegung der Lungen von Landthieren haben. Die großen neben dem Magen liegenden Höhlen (von denen bereits am Anfang dieses Bandes die Rede war) hat man für Respirationsorgane angesehen, wahrscheinlich deßwegen, weil man ihnen keine andere Funktion anzuweisen wußte.

Die Entozoen bieten uns auf gleiche Weise keine Spur von innerlichen Respirationsorganen dar; so, daß sie wahrscheinlich die Einwirkung des Sauerstoffes nur durch das Medium der Säfte der Thiere erfahren, von denen sie zehren. Die Planarien haben, obgleich sie unabhängigere Thiere und mit einem

System von Gefäßen des Kreislaufes versehen sind, keine innere Respirationswerkzeuge, daher ihre ganze Respiration durch die Haut vor sich gehen muß. Ebenso verhält es sich auch bei einigen einfacheren Annelidengattungen. Diejenigen aber, welche höher organisirt sind, besitzen einen, zur Respiration eingerichteten, Apparat, der sich ganz außen am Körper befindet, und als ein Anhängsel desselben erscheint; er besteht aus kleinen Haarbürstchen, welche aus hervorragenden Fasern gebildet werden, die gleich einer Federfahne sich zerästeln und in der umgebenden Flüssigkeit flottiren. Der Lumbricus marinus (Arenicola piscatorum) z. B. hat zwei Reihen von kiemenähnlichen Organen dieser Art an jeder Seite des Körpers und jede Reihe besteht aus 14 oder 16 solcher bürstenförmiger Franzen. Bei denjenigen Anneliden, welche in kalkigen Röhren wohnen, wie Serpula und Terebella, sind diese baumförmig gebildeten Franzen mit einer Scheide bedeckt, welche ihre Wurzeln umgiebt. Sie sitzen an dem Kopfe, weil dieß der einzige Theil ist, der mit dem Wasser in Berührung kommt.

Die meisten kleineren Crustaceen haben Kiemen, welche die Form von gefiederten Haarbüscheln haben; sie sitzen an den kleinen unter dem Schwanze befindlichen Füßen und sind unaufhörlich in schwingender Bewegung, was dem Thiere das Ansehen von großer Lebhaftigkeit verleiht, und bei den mikroskopischen Gattungen besonders in die Augen springt. Die Gestaltungen, welche diese Organe in den verschiedenen Gattungen dieser Thiere annehmen, sind so mannigfaltig, daß wir unmöglich hier eine in's Einzelne gehende Beschreibung aufnehmen können. Bei dieser großen Mannigfaltigkeit aber ist immer ersichtlich, daß in allen Fällen ihre Construction immer dazu eingerichtet ist, eine bedeutende vergrößerte Oberfläche zu erhalten, auf welche sich die feinen Blutgefäße vertheilen können, um der vollständigen Einwirkung des mit Luft geschwängerten Wassers vollkommen theilhaftig zu werden.

Die Mollusken bieten uns ebenfalls in Absicht auf die Formen ihrer Respirationsorgane die größten Mannigfaltigkeiten dar, obgleich sie alle mit wenigen Ausnahmen

im Wasser leben, und daher die Luft mittelst des Wassers einathmen.

Bei vielen schaallosen Gattungen, wie bei Thetis, Doris und Tritonia, sind baumförmige Kiemen vorhanden, welche von verschiedenen Theilen des Körpers ausgehen und im Wasser flottiren. Bei den Lepaden, einer merkwürdigen Familie, welche den Uebergang von den Mollusken zu den Gliederthieren macht, sind diese Organe an die Basis der Fühlfäden oder zusammengesetzten Fühlspitzen befestigt, welche in beständiger Bewegung sind, um das Wasser mit den in ihnen enthaltenen Blutgefäßen in die gehörige Berührung zu bringen.

Wir haben nun die große Reihe der Wasserthiere zu betrachten, bei welchen die Respiration durch Organe ausgeführt wird, die im Innern des Körpers liegen. Das erste Beispiel von einer solchen inneren Wasserrespiration kommt bei den Holothurien vor. Bei diesen findet man ein aus baumförmig sich verzweigenden Röhren bestehendes Organ, das in einer Höhle liegt, die nach Außen eine Oeffnung besitzt, um das lufthaltende Wasser einzulassen. Dieses wirkt nun auf ein netzförmiges Geflechte von Gefäßen, welche die Nahrungssäfte des Thieres führen und offenbar den Zweck haben, einen partiellen Kreislauf dieser Säfte herzustellen. Ein weit complicirteres System von Respirationscanälen kommt bei dem Seeigel und dem Seestern vor. Hier finden sich auf der Oberfläche des Thieres viele von einander getrennte, sehr kleine Oeffnungen, welche sich leicht von den größeren Löchern unterscheiden lassen, durch welche die Füße gehen. Das Wasser, welches durch diese Oeffnungen hindurchgeht, kommt in die allgemeine Höhle des Körpers und auf diese Weise in Berührung mit allen Organen.

Die Thiere, welche zur Familie der Ascidien gehören, haben eine große, zur Respiration bestimmte Höhle, welche von Außen her das Wasser aufnimmt. Die inneren Seitenwände dieser Höhle sind mit einer Membran ausgekleidet, welche eine große Menge von Falten besitzt, und auf diese Weise wird die Oberfläche, auf welche das Wasser einwirken soll, bedeutend vergrößert. Der Eingang in die Speiseröhre oder das eigentliche

Maul des Thieres ist an dem Grunde dieser Höhle befindlich, und zwar an der Stelle, welche von der äußeren Oeffnung am weitesten entfernt ist, so daß alle Nahrungsstoffe durch diese Respirationshöhle gehen müssen, ehe sie verschlungen werden und in den Magen gelangen können.

Auch bei einigen Anneliden finden wir innere Respirationsorgane. Der **Lumbricus terrestris** oder der gemeine Regenwurm hat eine einzige Reihe von 120 Oeffnungen, welche dem Rücken entlang liegen und zwischen den Segmenten des Körpers sich öffnen. Jede derselben führt in ein zur Respiration bestimmtes Bläschen, das zwischen den allgemeinen Bedeckungen und dem Eingeweide liegt.*) Der Blutigel hat auf jeder Seite 16 winzige Oeffnungen dieser Art, welche im Innern des Körpers in ebenso viele kleine ovale Zellen einmünden, welche Respirationshöhlen sind; das Wasser geht durch diese Oeffnungen aus und ein.**)

Die **Aphrodita aculeata** oder der Goldwurm hat 32 Oeffnungen auf jeder Seite des Körpers, welche in Reihen liegen und in die Bauchhöhle münden. Sie führen das Wasser ein und dieses wird nachher in zahlreichen Taschen gesammelt, in welchen die blinden Fortsätze des Darmcanales enthalten sind, so daß der Nahrungsstoff zu derselben Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt ist, in welcher er verdaut wird.***)

In allen höheren Classen der Wasserthiere, wo die Circulation des Blutes mittelst eines muskulösen Herzens ausgeführt wird, und wo die ganze Blutmasse nach und nach dem Einflusse

---

*) Eine genaue Beschreibung hat uns **Morren** in dem bereits angeführten Werke gegeben.

**) Nachdem das Blut in diesen Zellen der Einwirkung der Luft ausgesetzt worden ist, wird es mittelst quer verlaufender gefranster Kanäle, welche zwischen den Blindsäcken des Magens liegen, den größeren Gefäßen zugeführt. Die Fransen sind mit einer außerordentlichen Anzahl kleiner, runder, drüsenartiger Körper besetzt, welche die größte Aehnlichkeit mit den Anhängseln der Fühlfäden bei den Cephalopoden haben.

***) **Home**, Phil. Trans for 1815, pag. 259.

der im Wasser enthaltenen Luft ausgesetzt ist, bestehen die unmittelbaren Respirationsorgane aus langen, schmalen Fäden, so daß sie zusammen ein franſenähnliches Organ bilden, und die zum Respirationssystem gehörigen Blutgefäße verbreiten sich in großer Menge über die Oberfläche dieser Fäden. Organe dieser Art nennt man branchiae oder Kiemen, und die Arterien, welche das Blut von dem Herzen zu den Kiemen bringen, heißen Kiemenarterien, während die Venen, die dasselbe von den Kiemen zurückführen, Kiemenvenen heißen.

Bei den größeren Crustaceen liegen die Kiemen an der unteren Seite des Körpers und zwar nicht blos deßwegen, um von dem Rückenschild gedeckt zu seyn, welcher über sie hergeht, sondern auch der Bewegung wegen, denn sie liegen an der Basis der Freßspitzen und der Füße; man kann sie bei dem Hummer und bei den Krabben sehen, wenn man den unteren Rand des Rückenschildes emporhebt. Die Gestalt eines jeden Kiemenblättchens sieht man bei G, Fig. 212. Sie bestehen aus einer Anhäufung von mehreren tausend feinen Fäden, welche gleich den Fasern einer Federfahne von ihren Stämmen entspringen und zwar so, daß jede einzelne Gruppe dieser Fäden eine dreieckige oder pyramidenförmige Gestalt hat. Die Zahl dieser pyramidenförmigen Körper ist bei den verschiedenen Gattungen verschieden; der Hummer hat deren 22, die auf jeder Seite des Körpers in Reihen angelagert sind, der Krabbe aber hat bloß 7 auf jeder Seite. An diese Organe sind kleine, flache, schaufelförmige Knorpel befestigt, welche durch gewisse Muskeln bewegt werden, und dadurch, daß sie unaufhörlich in Bewegung sind, immerwährend kleine Wasserströmungen verursachen, welche offenbar den Zweck haben, jedem Theile der Oberfläche der Kiemen die vollständigste Einwirkung dieses Elementes zu verschaffen.

Bei der größeren Anzahl der Mollusken befinden sich diese wichtigen Organe zwar außerhalb des eigentlichen Körpers der Thiere, sind aber doch in die Schaalen eingeschlossen und liegen durchgängig in der Gegend des äußeren Randes derselben. Sie bestehen aus paralellen Fäden, welche aussehen, wie die Zähne

eines feinen Striegels, und Oeffnungen haben, um das Wasser, welches auf sie einwirken soll, beizulassen.*) Bei den Gasteropoden oder den Bewohnern der einfachen Schaalen ist diese Oeffnung gewöhnlich weit. Bei den Acephalen oder den zweischaaligen Molusken breiten sich die Kiemen in Gestalt von Blättern aus, und umgeben den ganzen Rand der Schaale; man sieht das ganz deutlich an der gemeinen Auster, wo dieses Organ unter dem Namen des Barts bekannt ist. Das lufthaltende Wasser geht durch einen Spalt in das Maul und wenn es den Zweck der Respiration erfüllt hat, so wird es gewöhnlich durch eine besondere Oeffnung ausgestoßen; der Theil des Maules, durch welchen das Wasser zu den Kiemen gelangt, ist zuweilen verlängert und bildet alsdann eine an einem Ende offene Röhre, welche dem Wasser zu allen Zeiten den Ein- und Ausgang frei verstattet, selbst dann, wenn das Thier seinen Körper ganz in die Schaale zurückgezogen hat. Zuweilen findet man eine, zuweilen auch zwei Röhren dieser Art und oft werden sie durch eine röhrichte Verlängerung der Schaale herausgestreckt, wie wir dieß bei **Murex buccinum** und **Strombus** sehen. In andern Fällen wird die Röhre des Respirationsorganes blos durch eine tiefe Kerbe am Rande der Schaale angedeutet; bei denjenigen Molusken, welche die Gewohnheit haben, sich in den Sand einzugraben, kann diese Röhre beträchtlich verlängert werden, so daß sie immer in den Bereich des Wassers kommt, welches alsdann durch die Muskelthätigkeit des Maules eingesogen und ausgeworfen wird. Bei den-

*) Diesen Fäden scheint in manchen Fällen die Eigenschaft zuzukommen, in dem in ihrer Nähe befindlichen Wasser mittelst kleiner Cilien Strömungen hervorbringen zu können, gerade wie manche Polypen, an deren Fühlfäden eine ähnliche Einwirkung bemerkbar ist. Wenn man eines der Kiemenfilamente von einer Froschwassermuschel abschneidet, so sieht man daß der abgeschnittene Theil durch eine willkürliche Bewegung sich im Wasser bewegt, gerade so wie es mit den Fühlfäden der Polypen unter denselben Verhältnissen geschieht. Aehnliche Wasserströmungen kommen nach den Beobachtungen von Lister in dem Kiemensack der Ascidien vor, und werden auch von demselben Einfluß vibrirender Cilien bedingt.

jenigen Acephalen, welche mit keiner Röhre dieser Art versehen sind, besteht der Mechanismus der Respiration blos im Oeffnen und Schließen der Schaale, und wenn wir aufmerksam dieß betrachten, so können wir sehen, daß das Wasser durch diesen Mechanismus in einem Wirbel umhergetrieben wird, und daß die dadurch erfolgte Strömung ohne Unterbrechung wieder aufgenommen wird. Bei allen Sepien sind die Kiemen in zwei an der Seite befindlichen Oeffnungen eingeschlossen, welche mit einer trichterförmigen Oeffnung in der Mitte des Nackens in Verbindung stehen, und durch die Muskelthätigkeit ihrer Seitenwände das Wasser aufnehmen und wieder von sich geben. Ueberhaupt sind die Formen, welche die Respirationsorgane in dieser Thierclasse einnehmen, unendlich verschieden, während im Allgemeinen der Plan ihrer Anordnung derselbe ist.

Je weiter wir in der Reihe der Thiere aufsteigen, desto größer ist die Wichtigkeit, welche die Respirationsorgane einnehmen. Bei den Fischen bilden die Kiemen große Organe, deren immerwährende Thätigkeit wesentlicher für die Erhaltung des Lebens ist, als es bei den niederen Classen erscheint. Sie liegen, wie jedermann bekannt ist, an der Seite der Brusthöhle in der unmittelbaren Nähe des Herzens. Bei G,G Fig. 219 sind sie in ihrer gewöhnlichen Gestalt dargestellt, von einer Seite nur, aber mit Rücksicht auf ihre Lage zur Vorkammer (D) und Herzkammer (E) des Herzens, C ist der **Bulbus arteriosus** und F die Kiemenarterie. Sie haben dieselbe schwammigte Structur wie bei den Mollusken, und ihre Fasern liegen gleich den Fasern einer Federfahne oder den Zähnen eines feinen Kammes sehr nahe aneinander, und sind an jeder Seite der Kehle in doppelten Reihen an die convexen Ränder von vier knorplichen oder knöchernen Bögen befestigt, welche selbst wieder durch das Zungenbein mit den Kinnladen in Verbindung stehen. Die Gelenksverbindung selbst ist von der Art, daß jeder Bogen einer geringen Bewegung nach vorn fähig ist, so daß die einzelnen Bögen dadurch von einander getrennt werden können; durch die gegenseitige Bewegung rückwärts aber sich einander nähern oder zusammenfallen. Jeder Faden enthält ein ganz zartes Knorpel-

blättchen, welches dazu dient, ihn zu unterstützen und ihm seine Gestalt zu bewahren, die sich durch die immer vorbeifließenden Wasserströmungen sonst verlöre. Untersucht man ihre Oberfläche genauer, so findet man, daß sie mit unzähligen kleinen Fortsätzchen bedeckt sind, welche wie feine Haare oder Sammt nahe an einander stehen. Auf diesen Fortsätzchen nun verzweigen sich Myriaden von Blutgefäßen, welche sich als ein zartes netzförmiges Geflechte über jeden Theil der Oberfläche verbreiten. Der Flächenraum, den diese Organe dem lufthaltigen Wasser darbieten, muß unglaublich groß seyn *).

Eine große Klappe, welche der Kiemendeckel (Operculum) heißt, bedeckt das ganze Organ, und hat den Zweck, es vor den schädlichen Eindrücken der Außenwelt zu schützen. Nach hinten zu besitzt diese Klappe eine große Oeffnung für den Ausgang des Wassers, welches bereits zur Respiration gedient hat. Um diese auszuführen, wird das Wasser mit dem Maule aufgenommen, und durch die Muskeln der Kehle durch jene für die Kiemen bestimmten Oeffnungen hindurchgetrieben. Während dessen werden die Kiemenbögen aufgerichtet und auf eine gewisse Distanz von einander getrennt, so daß die Wasserströmung, die durch dieselben geht sie entfaltet, und jedes der tausend feinen Fädchen, aus denen jede Kieme besteht, aufrichtet, so daß alle der vollen Wirkung des Wassers ausgesetzt werden. So ist der Mechanismus beschaffen, der der Respiration dieser Thiere zu Grunde liegt, und man sieht leicht ein, daß er schon wegen seiner mechanischen Einrichtung die Mitwirkung einer Flüssigkeit, wie das Wasser, verlangt, weil dieses Element allein im Stande ist, den Impuls zu verursachen, den jeder Theil der Kieme erhalten soll, um wirken zu können. Wird ein Fisch aus dem Wasser genommen, so kann diese ganze Wirkung nicht länger bestehen; vergeblich macht das Thier alsdann die größten Anstrengungen, seine Kiemen zu erheben, es geht an Erstickung

*) Monro hat berechnet, daß bei den Glattrochen (Raja basis) die Oberfläche der Kiemen wenigstens so groß ist, als die des ganzen menschlichen Körpers.

zu Grunde, weil die einzelnen Filamente dieser Organe an der Luft collabiren und unfähig sind, den belebenden Eindruck des gasförmigen Sauerstoffes aufzunehmen *). Ebenso stirbt ein Fisch, wenn man um ihn ein Band legt, das die Expansion der Kiemenbögen und das Oeffnen der Kiemendeckel verhindert.

Bei allen Knochenfischen besteht die Oeffnung unter dem Kiemendeckel, zu welcher das Wasser herausgeht, aus einer ganz einfachen Spalte; bei den meisten Knorpelfischen aber fehlt der Kiemendeckel und das Wasser geht durch mehrere, an der Seite des Halses befindliche Löcher durch. Die Haifische haben fünf solche längliche Oeffnungen.

Da die Lamprete ihre Mundöffnung mehr als jeder andere Fisch zum Ergreifen ihrer Beute und dazu anwendet, sich an andere Körper festzuhängen, so sind ihre Respirationswerkzeuge dazu eingerichtet, daß sie in der Aufnahme des Wassers vom Munde unabhängig sind. Dieses Thier hat auf jede Seiter sieben nach außen gehende Oeffnungen, welche in eine gleiche Anzahl von getrennten ovalen Taschen führen, welche horizontal liegen, und deren innere Haut dieselbe Structur hat wie Kiemen; diese Taschen sind dargestellt in Fig. 220. Man sieht hier, daß die sieben Oeffnungen von Innen mit einer Röhre in Verbindung stehen, deren unteres Ende geschlossen ist, und deren oberes mit gefransten Rändern in den Schlund führt. Das Wasser, welches von den sieben Seitenöffnungen aufge-

*) Die Annahme war früher unter allen, selbst den größten Physiologen, wie Cuvier, gang und gäbe, daß die Ursache, warum die Fische zu Grunde gehen, wenn sie statt von Wasser von Luft umgeben sind, darin liege, daß die Kiemen vertrocknen und wenn sie ihre gewöhnliche Feuchtigkeit verlieren, ihrer Lebensthätigkeit verlustig werden; allein man sollte im Gegentheil erwarten, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft viel heftiger auf das Blut einwirkt, als blos lufthaltendes Wasser. Flourens hat das Verdienst, diesen Irrthum aufgeklärt zu haben, indem er bewies, daß die im Text von uns angegebene Ursache der Grund dieser Erscheinung sey. Siehe: „Experiences sur le Méchanisme de la Respiration des poissons.“ — Annales des Sciences Naturelles, XX, 5.

nommen wird, geht auf der einen Seite herein, und ſtreicht, nachdem es auf die Kiemen eingewirkt hatte, um die hervorragenden Membranen herum. Die größere Menge der Flüſſigkeit geht nun durch dieſelben Oeffnungen wieder heraus, nur ein Theil geht in die mittlere Röhre, und von da alsdann in die andern Höhlen oder in den Schlund *).

Bei der Myxine (Blindfiſch), welche von den inneren Theilen ihrer Beute lebt, und ſich mit ihrem Kopfe oder einem Theil ihres Körpers in das Fleiſch der Thiere einzugraben pflegt, liegen die Oeffnungen für die Reſpirationsorgane hinlänglich weit von dem Kopfe entfernt, um dem Thiere in ſolchen Lagen den Genuß der Luft zukommen zu laſſen. Dabei hat dieſer Fiſch nur zwei Oeffnungen nach Außen und auf jeder Seite ſechs Taſchen, die ganz ähnliche Röhren haben, wie wir dieß bei der Lamprete ſahen.

Die **Perca scandens** (Daldorff) **) iſt ein Fiſch, der in dem indiſchen Archipelagus vorkommt, und eine ganz eigenthümliche Körperbildung hat, die darauf eingerichtet iſt, das Athmen längere Zeit zu halten; eine Fähigkeit, welche die Möglichkeit bedingt, längere Zeit außer dem Waſſer leben zu können. Die Schlundknochen dieſes Fiſches haben eine blättrige und zellige Structur, welche ſie fähig macht, eine ziemliche Menge Waſſer aufzunehmen, welches nicht bloß dazu dient, die Kiemen anzufeuchten, ſondern auch dazu, daß ſie die ihnen zukommenden Functionen ausführen können; denn kein Tropfen Waſſer kann verloren gehen, weil die Kiemendeckel auf das Genaueſte verſchloſſen ſind.

Dieſelbe Eigenſchaft beſitzt der **Ophicephalus**, ein Fiſch,

---

*) Die gewöhnliche Annahme war ſonſt, daß das Waſſer, welches zur Reſpiration gedient hat, durch die Naſe ausgeworfen werde, allein dieß iſt unrichtig, indem die Naſenhöhle der Fiſche in gar keiner Verbindung mit der Maulhöhle ſteht, was Sir E. Home aufs deutlichſte gezeigt hat. Phil. Trans. for 1815, p. 259. Dieſe Organe ſind auch von Bloch und Gärtner beſchrieben worden.

**) Anthias testudineus (Bloch); Anabas (Cuv.)

der in den Seen und Flüssen von China und Ostindien vorkommt, und auch bei diesem ist sie das Resultat einer besonderen Einrichtung. Die Aale können ebenfalls einige Zeit außer dem Wasser leben, und zwar deßwegen, weil die Oeffnung, durch welche das Wasser aus der Kiemenhöhle gehen muß, so schmal ist, daß sie verschlossen werden kann, und das Wasser in jener Höhle zurückhält *).

Es wurde bereits gesagt, daß bei allen Wasserthieren das Wasser, welches geathmet wird, nur das Vehikel ist, durch welches die in ihm enthaltene Luft den Respirationsorganen zugeführt wird. Diese Luft wird beständig verdorben durch das Athmen der Thiere, und muß durch Absorption einer neuen Portion von Luft wieder verbessert werden, was nur dann möglich ist, wenn eine freie Communication des Wassers mit der Luft Statt findet. Wird dieser Absorptionsproceß auf irgend eine Weise verhindert, so ist das Wasser nicht mehr fähig, das Leben der Thiere zu unterhalten. Fische, welche in eine gegebene Menge von Wasser eingeschlossen sind, zu welchem die Luft keinen Zutritt hat, sterben in wenigen Stunden. Wenn mehrere Fische in ein schmales Gefäß eingeschlossen sind, so streiten sie sich gleich den unglücklichen Gefangenen in der schwarzen Höhle (Black - hole) zu Calcutta, um den höchsten Platz, wo die atmosphärische Luft zuerst absorbirt wird. Wenn ein kleiner Fischteich überfriert, so gehen die Fische bald zu Grunde, wenn nicht Oeffnungen in das Eis gehauen werden, um der Luft Zutritt zu gewähren. Man sieht alsdann, wie sie gegen diese Oeffnungen hinschwimmen, um den Genuß der frischen Luft zu erhalten, so wie diese vom Wasser absorbirt wird, und dieß geschieht zuweilen mit einer solchen Hastigkeit, daß man sie leicht mit der Hand fangen kann. Wasser, aus welchem die Luft unter der Luftpumpe ausgepumpt oder durch Kochen ausgetrieben worden ist, ist für den Fisch dasselbe, was für das Landthier

*) Dr. Hancock versichert, daß der Doras costatus (Silurus costatus Linn.) in sehr trockenen Sommern zuweilen lange Landreisen zurücklegt, um Wasser aufzusuchen. Edin. Phil. Journal, XX, 396.

der luftleere Raum ist. Humboldt und Provençal machten eine Reihe von Versuchen über die Quantität der Luft, welche die Fische zum Athmen nöthig haben. Sie fanden, daß Flußwasser im Allgemeinen ein 36tel seines Volumens Luft enthält, davon ein Drittheil aus Sauerstoff besteht, der daher ungefähr ein Procent für das ganze Volumen ausmacht. Eine Schleihe kann noch athmen, wenn die Sauerstoffmenge auf den 5000ten Theil der Wassermenge vermindert worden ist, wird aber bei der Entziehung dieses wichtigen Elementes außerordentlich schwach. Man sieht aber aus diesem Versuch, wie vollkommen die Respirationsorgane dieses Fisches seyn müssen, da er so kleine Quantitäten von Luft, die mit großer Zähigkeit am Wasser hängen, diesem zu entziehen im Stande ist *).

---

*) Viele deutsche Naturforscher betrachten die Schwimmblase der Fische als ein Organ, welches in gewissen Beziehungen zu der Respiration steht, und als ein Rudiment der Lungenhöhle der Landthiere, wobei sie den Canal derselben, der mit dem Schlunde in Verbindung steht, als ein der Luftröhre analoges Organ betrachten. Die in der Schwimmblase der Fische enthaltene Luft ist von vielen Chemikern untersucht worden; diese Untersuchungen lehrten, daß sie aus Sauerstoff und Stickstoff besteht, daß aber diese beiden Stoffe in sehr verschiedenen Proportionen darin enthalten sind. Biot schloß aus diesen Erfahrungen, daß in den Schwimmblasen derjenigen Fische, welche in den größten Tiefen des Oceans wohnen, die Menge des Sauerstoffes vorwiegt, während bei denjenigen, welche oft an die Oberfläche des Wassers kommen, der Stickstoff vorherschend ist; und De la Roche kam durch seine an den Fischen des Mittelmeeres gemachten Untersuchungen zu demselben Resultat. Aus den Untersuchungen von Humboldt und Provençal hingegen geht hervor, daß die Qualität der in der Schwimmblase enthaltenen Luft auch nicht eine entfernte Beziehung zur Respiration hat. (Mémoires de la Société d'Arcueil, II, 359.)

Nach Ehrman verschluckt die Grundel (Cobitis barbatula) zuweilen Luft, welche im Nahrungscanal zersetzt wird, um auf die Blutgefäße einzuwirken, mit denen sie in Berührung kommt, gerade wie dieß bei der gewöhnlichen Respiration geschieht. Es kann angenommen werden, daß bei allen Fischen ein Theil der Luftaufnahme des Blutes das Resultat eines ähnlichen Processes ist, welcher auf der Oberfläche des Körpers unter den Schuppen stattfindet. Cuvier sur les Poissons, I, 383.

§. 3. Von der Respiration der gasförmigen Luft.

Die nächste Reihe von Gebilden, so wir nun zu betrachten haben, umfaßt alle Organe, mittelst welcher die Luft in ihrem gasartigen Zustande geathmet wird; Organe, deren Physiologie nicht geringere Mannigfaltigkeiten zeigt, als die der Werkzeuge des Athmens mittelst des Wassers.

Die Luft kann entweder durch Tracheen, oder Lungenhöhlen eingeathmet werden. Ein Beispiel der ersten Art sind die Insecten, die zweite kommt bei den größeren Landthieren vor.

Da der größte Theil des Blutes bei den Insecten durch Durchschwitzen über alle inneren Organe des Körpers ergossen wird, und nur ein kleiner Theil desselben in Gefäßen cirkulirt, so konnte der heilsame Einfluß der Luft durch keines der gewöhnlichen Respirationsmittel gehörig auf diese Flüssigkeit ausgeübt werden, weil durch diese die Luft nur innerhalb eines gegebenen Raumes wirkt. Es kann also hier das Blut nicht der Luft zugeführt werden, und daher muß die Luft dem Blute zugeführt werden. Aus diesem Grunde findet man in allen Insecten ein System von zusammenhängenden und sich verzweigenden Gefäßen, welche Tracheen heißen und sich in jedem Theile des Körpers vertheilen. Die äußeren Oeffnungen, mit welchen diese Röhren anfangen, heißen Luftlöcher (Spiracula, Stigmata) und liegen meist reihenweise an jeder Seite des Körpers. Mann kann sie sehr deutlich bei der Raupe wahrnehmen, welche deren gewöhnlich zehn an jeder Seite hat, so daß die Zahl der Löcher den Bauchsegmenten entspricht. Bei vielen Insecten sind sie durch Borsten oder Haarbüschel geschützt und besitzen bei einigen Klappen, die an ihrer Mündung befindlich sind und dazu dienen, kleinen Körpern den Eingang zu verwehren. Die Luftlöcher werden mittelst eigener dazu eingerichter Muskeln geöffnet und verschlossen, und sind das Ende von kurzen Röhren, welche in größere Stämme einmünden (siehe Fig. 221), die der Länge nach auf jeder Seite verlaufen und in die den Luftlöchern entgegengesetzten Theile strahlförmige Zweige aussenden. Diese Zweige

theilen sich wieder ab und verhalten sich darin wie die Arterien der größeren Thiere, so daß deren kleinste Verzweigungen durch jedes Organ des Körpers hindurchgehen. Das ästige Verhalten der Verzweigung dieser Gefäße war oft die Veranlassung, daß man sie für Blutgefäße hielt. Die Rippen in den Flügeln der Insecten, welche das Ansehen von Venen haben, sind ebenfalls nichts anderes, als große Luftgefäße. Jurine behauptet, daß das Insect seine Flügel dadurch schnell zum Fluge ausbreiten kann, daß es plötzlich Luft in diese Gefäße eintreibt, und ihnen dadurch ebensowohl größere Leichtigkeit als größere Spannung verleiht.

Die Tracheen werden durch einen ganz eigenthümlichen Mechanismus stets offen erhalten; sie bestehen nämlich aus drei Häuten, davon die äußere und innere membranartig sind, die mittlere aber aus elastischen, spiralförmig aufgewundenen Kreisfasern besteht (siehe Fig. 221), die vermöge ihrer Elasticität die Röhren immer offen und daher voll Luft erhalten. Untersucht man diese Organe unter Wasser, so haben sie ein silberartig glänzendes Ansehn von der darin enthaltenen Luft. Diese Einrichtung bietet uns eine merkwürdige Analogie mit den Luftgefäßen der Pflanzen dar, welche auch Tracheen heißen, und in beiden finden wir dieselbe Einrichtung von einer elastischen Haut, mittelst welcher sie stets offen erhalten werden *).

In vielen Theilen haben die Tracheen bedeutende Erweiterungen, welche offenbar als Luftbehältnisse anzusehen sind. Sie sind besonders deutlich beim **Dytiscus marginalis**, der meistens im Wasser wohnt, finden sich aber auch in vielen nur in der Luft lebenden Insecten, wie bei **Melolontha** und **Cerambyx** **).

Wird ein Insect im Wasser untergetaucht, so sieht man, daß an jeder Mündung eines Luftcanales die Luft in kleinen Bläs-

*) Nach Dr. Kidd's Beobachtungen sind diese Gefäße bei den Insecten oft ringförmig, gerade wie bei den Pflanzen. Er betrachtet die länglichen Tracheen als zusammenhängende Canäle, mittelst welcher das Insect die Luft willkührlich zu einzelnen Organen leiten kann. Phil. Trans. for 1825, p. 234.

**) Léon Dufour Annales des Sciences Naturelles, VIII, 26.

chen entweicht, und daß, je mehr Wasser in diese Kanäle eindringt, desto mehr die Lebenskraft des Thieres schwindet. Werden alle Luftlöcher mit Oel oder einer andern schmierigen Substanz verschlossen, so stirbt das Insect sogleich an Erstickung; bleibt aber nur ein einziges Loch offen, so kann die Respiration noch lange fortgesetzt werden, weil die Luftröhren mit einander zahlreiche Verbindungen eingehen. Unter dem Recipienten der Luftpumpe gehen die Insecten schnell zu Grunde, wenn die Luft ausgepumpt wird, doch haben sie meistens unter diesen Verhältnissen ein zäheres Leben, als die größeren Thiere, und leben beim Zutritt der Luft oft wieder auf, wenn sie auch ganz todt schienen.

Insecten, welche im Wasser leben, haben wie die in der Luft lebenden, Luftröhren, die aber eine hinreichende Verlängerung besitzen, um die Oberfläche des Wassers zu erreichen und dort die Luft einzusaugen. Bei wenigen Gattungen kommt eine complicirte Respirationsweise vor. Wasser, welches Luft enthält, wird vom Körper aufgenommen und in Höhlen eingebracht, wo die Luft ausgezogen und den gewöhnlichen Tracheen der verschiedenen Theile des Körpers mitgetheilt wird*).

So verhält sich also der große Respirationsapparat bei Thieren, bei denen die Organe des Kreislaufes der Säfte entweder ganz fehlen, oder bei welchen sie doch sehr unvollkommen sind. Sobald wir nun aber an die Untersuchung von Thieren gehen, die ein großes Blutsystem haben, so sehen wir, daß die Natur das System der Tracheen aufgibt, und zu viel einfacheren Mitteln greift, um die Umwandlung des Blutes zu bewerkstelligen; und dieß kommt daher, daß die Blutgefäße leicht besonderen Organen zugeführt werden, wo sie des Eindruckes der Luft theilhaftig werden können. Die Scorpionen z. B. haben

*) Dutrochet versichert, daß das Princip, nach welchem dieser Vorgang ausgeführt wird, dasselbe ist, durch welches Gasarten durch feuchte Membranen hindurchgehen. Dieß wird besonders durch die Versuche von Humboldt und Gay-Lussac bewiesen, welche Mischungen von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure in beliebigen Proportionen in eine häutige Blase eingeschlossen und unter Wasser brachten, welches Luft enthielt. Sie fanden, daß nach einiger Zeit nur noch atmosphärische Luft in der Blase vorhanden war.

auf jeder Seite des Bruſtkaſtens vier Lungenhöhlen, davon man die der linken Seite bei L Fig. 222 ſieht. Jede derſelben hat eine beſondere Oeffnung, durch welche die Luft eingelaſſen wird. A, B iſt das Rückengefäß, welches mit den Lungenhöhlen durch zwei Reihen von Muskeln in Verbindung ſteht, und zwar ſo, daß die eine Lage (M, M) länger iſt, als die andere (m, m, m). Die Lungenarterien (V) verzweigen ſich auf der inneren Oberfläche der Lungenhöhlen (R), und von hier aus wird das Blut durch eine entſprechende Reihe von Lungenvenen dem Rückengefäß zugeführt. Die Haut, welche die Lungenhöhlen auskleidet, hat eine ganz eigenthümliche Beſchaffenheit, ſie hat das Anſehen von Zähnen eines Kammes, und daher eine ähnliche Einrichtung, wie die Kiemen. Daher nennt ſie Latreille pneumo - branchiae (Lungenkiemen). Aehnlich eingerichtete Organe kommen bei den Spinnen vor; einige Gattungen haben acht, andere vier und einige nur zwei. Außerdem gibt es aber eine Arachnidengattung, deren Individuen durch Tracheen athmen, und bei dieſen iſt der Kreislauf auch eben ſo unvollkommen, wie bei den Inſecten.

Es iſt hier zu bemerken, daß in der Bildung der Reſpirationsorgane, je nach der Natur des Mediums, in welchem die Reſpiration vor ſich geht, eine weſentliche Verſchiedenheit Statt findet. Bei der Reſpiration im Waſſer wirkt die im Waſſer enthaltene Luft auf das Blut, welches in den Gefäßen cirkulirt, die ſich auf der äußeren Oberfläche der Kiemenblättchen verbreiten, während bei der Reſpiration in der Luft die Luft in gasförmigem Zuſtand immer in Höhlen aufgenommen wird auf deren inneren Oberfläche die Blutgefäße, deren Inhalt den Eindruck der Luft aufnehmen ſoll, vertheilt werden. Es iſt nicht ſchwer, die Grundurſache dieſer Veränderungen des ganzen Bildungsplanes zu erkennen, denn in jedem Falle iſt die Structur des Organs den mechaniſchen Eigenſchaften des Mediums angemeſſen. Eine unelaſtiſche und ſchwere Flüſſigkeit, wie das Waſſer, iſt am beſten fähig, die loſe hängenden Filamente, aus denen die Kiemen beſtehen, zu umfließen; während hingegen eine leichte gasartige Flüſſigkeit, wie die Luft, am beſten ſich dazu eignet,

ausdehnbare Höhlen, in welche sie eingeführt wird, auszufüllen.

Zuweilen findet man aber, daß Organe, welche ganz kiemenartig gebildet sind und gewöhnlich zur Respiration im Wasser dienen, auch zur Respiration in der Luft angewendet werden können. Dieß ist der Fall bei einigen Crustaceengattungen von der Ordnung der Decapoden, wie die Krabben, welche mittelst eines eigenthümlichen Apparates, der durch Andouin und Milne Edwards entdeckt wurde, eine Quantität Wasser in der Kiemenhöhle zurückhalten können, so daß sie fähig sind, sehr lange Zeit außer dem Wasser zu leben. Sie können aber nur in ihrer reiferen Entwicklung ein solches Amphibienleben führen, in den früheren Perioden ihrer Entwicklung leben sie blos im Wasser.

Unter den Mollusken und zwar unter den Gasteropoden giebt es eine ganze Thierfamilie, deren Mitglieder atmosphärische Luft mittelst Lungenhöhlen athmen. Dieß ist der Fall bei der Wegschnecke (Limax), der Schnirkelschnecke (Helix), Testacella und Clausilia und vielen andern, welche, ob sie gleich feuchte Oerter zum Aufenthalt wählen, vermöge der Bildung ihrer Respirationsorgane Landthiere sind. Die Luft wird bei diesen Thieren von einer in der Gegend des Kopfes gelegenen, runden Oeffnung aufgenommen, die durch einen Kreismuskel verschlossen wird, der sich erweitert und zusammenzieht, wie es die Nothwendigkeit erfordert, zuweilen aber durch den Mantel, der sich über dieselbe herstülpt, gänzlich unsichtbar gemacht wird. Die Höhle, in welche diese Oeffnung führt, ist mit einer zart gefalteten Membran ausgekleidet, die mit einem schönen Geflechte von Lungengefäßen versehen ist. Andere Mollusken von derselben Ordnung, welche mehr im Wasser leben, haben dennoch eine ähnliche Bildung ihrer Respirationswerkzeuge, und sind daher genöthigt, von Zeit zu Zeit an die Oberfläche des Wassers emporzusteigen um atmosphärische Luft einzuathmen. Dieß ist der Fall bei Onchidium, Planorbis, Lymnaea u. s. w.

Je weiter wir zu den höheren Thierklassen aufsteigen, desto feiner und complicirter werden nach und nach die den Lungen entsprechenden Organe. Bei allen Wirbelthieren, welche auf

dem Lande leben, heißen sie Lungen und bestehen aus einer Vereinigung von Bläschen, in welche die Luft, mittelst einer Röhre, die man die Luftröhre (Trachea) nennt, welche sich von dem hintern Theile der Mundhöhle hinter der Speiseröhre bis an die Brust erstreckt. Die obere Oeffnung dieser Röhre ist mit der größten Sorgfalt davor verwahrt, daß weder feste, noch flüssige Substanzen, welche geschluckt werden, hineinkommen können. Eine knorpelartige Klappe, welche der Kehldeckel (Epiglottis) heißt, dient im Allgemeinen für diesen Zweck; und dieselben Muskeln, mittelst welcher das Hinabschlingen geschieht, drücken dieses Organ auf den Kehlkopf an und verschließen dadurch auf das Genaueste den Eingang in die Luftröhre. Dieß ist wieder ein herrliches Beispiel, wie durch den einfachsten Mechanismus dem zu erreichenden Zweck am vollkommensten entsprochen werden kann. An dem oberen Theile der Brust theilt sich die Luftröhre in zwei Zweige welche die Bronchien heißen und zu jeder betreffenden Lunge auf den beiden Seiten des Brustkastens gehen. Sowohl die Luftröhre, als auch die betreffenden Bronchien sind dadurch vor dem Verschlossenwerden geschützt, daß eine Reihe von festen, knorpelähnlichen Ringen zwischen der inneren und äußern Haut derselben in kleinen aber gleichen Abständen von einander angebracht sind. Die natürliche Elasticität dieser Ringe bestrebt sich, die Bänder der Röhre immer ausgespannt zu erhalten, und ist so die Ursache, daß sie offen erhalten wird — eine Bildung, welche viele Aehnlichkeit mit den Tracheen der Insecten und den analogen Organen der Pflanzen hat.

Die Lungen der Reptilien bestehen aus großen Säcken in deren Höhlen die Bronchen einmünden, welche ohne sich weiter zu verzweigen, als einfache Bifurcation der Luftröhre geradezu in diese Höhlen einmünden. In den Wandungen dieser großen Höhlen sind Zellen vorhanden, welche durch feine, häutige Abtheilungen gebildet werden, die so fein und zart sind, wie Saifenblasen. Bei den Lungen der Schlangen sind diese Abtheilungen kaum zu unterscheiden, indem hier nur ein einziger Lungensack vorhanden ist, der auf der rechten Seite liegt, und

die schmale verlängerte Form aller anderen Eingeweide besitzt, so daß er beinahe die ganze Länge des Körpers einnimmt. Die Lunge der linken Seite ist kaum zu sehen, indem sie nur unvollkommen entwickelt ist. Beim Chamäleon haben die Lungen zahlreiche Fortsätze, welche das Ansehen von Blinddärmen haben. Bei den Sauriern sind die Lungen auf die Brustgegend beschränkt und haben eine mehr vollkommen zellenartige Bildung.

Der Mechanismus, wodurch bei diesen Thieren die Luft in die Lungen getrieben wird, ist sehr eigenthümlich, und war lange Zeit der Gegenstand von vielen Controversen. Beobachten wir z. B. die Art, wie ein Frosch respirirt, so sind wir beim gewöhnlichen Anblick des Thieres nicht im Stande, zu entdecken, wie dieß geschieht, denn er öffnet niemals seinen Mund, um nach Luft zu schnappen, und seine Flanken zeigen auch nicht im Geringsten durch Bewegung an, daß er athmet; und doch sehen wir, daß sich das Thier bei einem plötzlichen Lärmen schnell aufbläht, während doch sein Mund geschlossen bleibt, so daß es aussieht, als geschehe dieses durch irgend eine andere innere Kraft. Wir sehen aber bei näherer Beobachtung, daß die Kehle dieses Thieres in beständiger Bewegung ist, wie wenn der Frosch mit einem Maul voll Luft haushalten, und dieselbe zwischen den Lungen und der Maulhöhle hin und her treiben würde. Richten wir aber unsere Aufmerksamkeit auf die Naslöcher, so beobachten wir an ihnen eine quirlende Bewegung, welche bei jeder Bewegung der Kehle sich wiederholt. Dadurch stellt es sich als Thatsache heraus, daß der Frosch nur durch die Naslöcher Athem schöpft. Die Kinnladen werden nur des Essens wegen geöffnet, und die Maulhöhle stellt eine Art von Blasebalg vor, dessen Oeffnung die Naslöcher sind. Durch die abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung dieser Theile wird nun die Luft verschluckt und in die Luftröhre getrieben, um die Lungen aufzublasen. Hält man mit Gewalt das Maul eines Frosches geöffnet, so kann er nicht länger athmen, weil er die zur Respiration nöthige Luft nicht mehr verschlucken kann; ebenso erstickt er, wenn man ihm die Naslöcher verschließt. Das Athmen der meisten Reptilien geschieht auf ähnliche Weise, so daß man in

der That eher sagen kann, daß sie Luft hinabschlucken, als daß sie sie athmen, weil diese Function nicht durch Ausdehnung der die Lungen umgebenden Theile vor sich geht, sondern lediglich durch die Wirkung der Schlingmuskeln bewirkt wird, denn selbst die Rippen der Schlangen tragen nur wenig hiezu bei, indem sie nichts anderes als Organe der Fortbewegung sind.

Die Lungen der Chelionier haben eine große Ausdehnung und gehen nach hinten unter dem Schilde hin, so daß sie bis gegen den hinteren Theil des Hinterleibes reichen. Bei den Seeschildkröten ist diese Einrichtung von besonderer Wichtigkeit, indem ihr von der hohlen Schaale bedeckter Körper dadurch Schwimmkraft erhält, daß diese Luft in großer Quantität in die Lungen bringen, so daß sie in der That die Stelle von Schwimmblasen vertreten. Daß dieses Moment auf ihre Körperbildung von Einfluß war, geht daraus hervor, daß das Volumen von Luft, welches in den Lungen aufgenommen werden kann, viel größer ist, als für den Zweck der Respiration erforderlich wäre. Im Innern der Lunge der Seeschildkröte sind große Zellen vorhanden, in welche die Luftröhre einmündet.

Wenige Gegenstände der vergleichenden Anatomie verdienen in dem Maaße unsere Aufmerksamkeit, als die Verfolgung des Herganges, wie die Natur bei der gradeweisen Entwicklung der Organe zu Werke geht, was uns besonders in die Augen springt, wenn wir das Wachsthum der Kaulquappe beobachten, von dem Momente an, wo sie aus dem Ei kriecht, bis zu ihrer vollständigen Entwicklung. Wir haben bereits manche Gelegenheit benutzt, um die Umbildung der Organe dieses Thieres, welche sich auf die mechanischen Functionen, die Verdauung und den Kreislauf des Blutes beziehen, zu verfolgen. Die merkwürdigsten Veränderungen aber sind bei Weitem die, welche in den Respirationsorganen dieser Thiere vorkommen und auf das Vollkommenste der verschiedenen Natur der Elemente entsprechen, welche in den verschiedenen Stadien von ihnen bewohnt werden. Nicht weniger als drei Reihen von Organen dienen zur Respiration dieser Thiere. Die ersten beiden sind Kiemen, welche dem fischähnlichen Zustande der Kaulquappe angemessen sind, und die

kann, hat sie auf der andern Seite sehr dafür gesorgt, daß die Erweiterung und Zusammenziehung seines Durchmessers während des Aetes der Respiration frei vor sich gehe. Der hintere (untere) Theil des Brustkastens, oder derjenige, welcher der Basis des Kegels entspricht, ist der einzige Theil desselben, der nicht durch Knochen begränzt, sondern durch eine dünne, halb muskulöse, halb sehnenartige Scheidewand geschlossen wird, wodurch die Brusthöhle und die Bauchhöhle von einander getrennt werden. Dieser Muskel heißt das Zwerchfell (Diaphragma), und ist nahe an der Stelle, wo er sich an die Wirbelsäule befestigt, vielfach durchbohrt, wodurch vier Löcher gebildet werden, die zum Durchgang der Speiseröhre, der Aorta, der Hohlader und des Milchbrustganges dienen. Seine Oberfläche ist nicht flach, sondern nach oben der Brusthöhle zu conver, und die Richtung seiner Fasern ist der Art, daß sie, wenn sie sich zusammen ziehen, den mittleren, sehnigten Theil herabziehen und flacher machen, als vorher, so daß (ohne daß aber deßhalb jene vier Oeffnungen verkleinert würden) die Brusthöhle bedeutend erweitert wird. Es liegt auf der Hand, daß, wenn beim Herabsteigen des Zwerchfelles die Lungen auf ihrem früheren Platze blieben, zwischen ihnen und dem Zwerchfell ein leerer Raum entstünde. Ein leerer Raum kann aber im thierischen Organismus nie entstehen, und die Luftzellen der Lungen müssen selbst in ihrem zusammengedrücktesten Zustand eine gewisse Menge Luft enthalten. Diese Luft nun hat vermöge ihrer Elasticität die Neigung, diese Zellen auszudehnen, und daher werden die Lungen ausgedehnt und füllen beständig den Brustkasten aus; die äußere Luft aber wird durch die Luftröhre eindringen, um das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten. Diese Thätigkeit heißt das Einathmen, die Inspiration. Erschlafft das Zwerchfell wieder, und wird es durch die Thätigkeit der großen Bauchmuskeln wieder emporgetrieben, so wird die Luft wieder ausgestoßen, wozu die Elasticität der Brustwandungen wesentlich beiträgt; und diese Thätigkeit heißt das Ausathmen, die Exspiration.

Die Muskeln, welche die Rippen bewegen, tragen ebenfalls viel zur Erweiterung und Zusammenziehung des Brust-

kastens bei. Jede Rippe kann an dem Ende, mit welchem sie mit der Wirbelsäule artikulirt, etwas weniges bewegt werden; und diese Bewegung ist — wenn man, wie beim Menschen, den Brustkasten in der aufrechten Stellung betrachtet — der Richtung nach auf- und abwärts. Der Winkel aber, unter welchem die Rippen mit der Wirbelsäule verbunden sind, ist ein spitziger, und zugleich geht die Biegung der Rippen gegen das Brustbein nach vorn- und aufwärts (oder ab- und vorwärts), daher die oberste Rippe für alle andere den festen Punkt abgiebt. Die Wirkung der Zwischenrippenmuskeln ist also die, die andern Rippen der ersten zu nähern und die Winkel, mit welchen diese Organe an die Wirbelsäule befestigt sind, einem rechten zu nähern, das heißt zu vergrößern. Das Brustbein, mit welchem die Rippen mehr oder minder genau an ihrem andern Ende verbunden sind, wird durch diese Bewegung aufgehoben und daher weiter von der Wirbelsäule entfernt. Das allgemeine Resultat dieses Vorganges ist eine Vergrößerung des Brustkastens.

Es giebt daher zwei Wege, auf welchen die Brusthöhle erweitert werden kann: erstens nämlich durch die Wirkung des Zwerchfells, und dann durch die Wirkung der Zwischenrippenmuskeln. Nur in besondern Fällen aber wird die ganze Thätigkeit dieser Einrichtungen ins Werk gesetzt. Für die gewöhnliche Respiration reicht die Thätigkeit des Zwerchfells hin, und die Zwischenrippenmuskeln dienen alsdann nur dazu, die Rippen zu fixiren und so das Zwerchfell an seinen Befestigungspunkten zu unterstützen.

Bei den Vögeln geschieht die Respiration auf eine ganz verschiedene Weise, und eine Ansicht der Lungen des Straußes, Fig. 223 L L, soll uns eine richtige Idee davon geben. Die Lungen der Vögel sind so eingerichtet, daß sie durchaus keinen Wechsel in ihren Dimensionen zulassen. Ihr Gewebe ist sehr compact, und sie sind so genau mit den Rippen und dem oberen Theile des Brustkastens mittelst fester Membranen verwachsen, daß an eine Möglichkeit der Bewegung nicht zu denken ist. Sie ragen sogar zwischen den Zwischenräumen der Rippen hervor, so daß sie in der That theilweise außerhalb der Brusthöhle

liegen. Zugleich ist hier kein großes muskulöses Zwerchfell vorhanden, durch welches eine Capacitätsveränderung in der Brusthöhle bewirkt werden könnte, sondern nur einige schmale Muskelstreifen, welche von der innern Seite der Rippen entspringen und sich an eine dünne durchscheinende Membran befestigen, welche die untere Fläche der Lungen bedeckt. Diese können die Concavität der Lungen gegen den Unterleib zu während des Einathmens vermindern und daher dazu beitragen, die Luftzellen dieser Organe zu erweitern *). Die Bronchien, oder die Aeste der (T) Luftröhre, hören nicht, wie bei den Säugethieren, auf, nachdem sie sich durch Zerästelung in Luftzellen verwandelt hatten, sondern gehen bis zur Oberfläche der Lungen und öffnen sich dort mittelst zahlreicher Oeffnungen. Die Luft geht durch diese Oeffnungen hindurch und tritt dann in große Luftzellen (C, C, C) ein, welche einen großen Theil des Körpers einnehmen und die meisten in der Unterleibshöhle eingeschlossenen Organe, wie die Leber, den Magen und die übrigen Eingeweide umschließen **). Außer diesen sind noch viele Seitenzellen vorhanden, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Lungen stehen und sich längs den Seiten des Körpers erstrecken. Ebenso finden sich unmittelbar unter der Haut und in den Zwischenräumen der Muskeln zahlreiche Luftzellen, und die Luft dringt sogar in das Innere der Knochen ein, indem sie die Räume erfüllt, in welchen bei anderen Thieren das Mark befindlich ist, und so wesentlich zur Leichtigkeit der ganzen Maschine beiträgt ***). Alle diese Zellen sind bei Vögeln, welche den höchsten und schnellsten Flug haben, ungemein groß und zahlreich, wie z. B. bei dem Adler. Ebenso ist der Schnabel des Pfefferfressers im Innern hohl, und die Zellen, welche

*) Hunter on the Animal Economy, p. 78.

**) Die Pariser Academie hatte behauptet, die Luft dringe in den Herzbeutel der Vögel ein. Dieser Irrthum wurde zuerst durch Dr. Macartney widerlegt. (Siehe Rees Cyclopædia. — Art. Bird.)

***) Bei Vögeln, welche nicht zum größeren Fluge geschaffen sind, wie bei den Hühnerarten, ist das Oberarmbein der einzige Knochen, in welchen die Luft eindringt.

zwischen den Platten des Schädels der Eule sich befinden; sind wie jene Höhlungen mit Luft ausgefüllt, die von den Lungen herrührt. Die Kiele der großen Schwingen- und Schwanzfedern erhalten ebenfalls ihre Luft aus derselben Quelle.

Bei den Vögeln wird also die Luft nicht nur von den Lungen aufgenommen, sondern geht wirklich durch sie hindurch, indem sie durch die Rippenmuskeln, welche den Brustkorb erheben, vorwärts getrieben wird, und so die unter denselben liegenden Zellen ausfüllt. Durch eine andere Reihe von Muskeln wird bei der Exspiration der Brustkorb zusammengedrückt und die Luft ausgetrieben, welche daher zweimal durch die Lungen hindurchgeht, und zweimal auf das in ihnen enthaltene Blut einwirkt. Es ist klar, daß, wenn die Lungen der Vögel eine den Säugethierlungen analoge Structur hätten, sie wenigstens noch einmal so groß seyn müßten, um dem Blute dieselbe Quantität von Lufteinwirkung zu verschaffen. Dieß hätte die Folge einer noch einmal so großen Schwere gehabt, welche für ein Thier, das zum Fliegen eingerichtet ist, ein großer Uebelstand gewesen wäre. *) Die Verbreitung einer so großen Quantität von Luft durch den Körper der dieser Classe angehörigen Thiere bietet uns eine schlagende Analogie mit einer in der Classe der Insecten vorkommenden Bildung dar, wo derselbe Zweck durch die Tracheen erfüllt wird **).

---

*) Es ist hier zur weiteren Erklärung dieser Ansicht jedoch anzuführen, daß nach Macartney's Untersuchungen die Luft von den Luftzellen aus durch die größeren Bronchialäste hindurchgeht, und somit nicht zum Zweitenmal in Berührung mit dem Blute kommt.

**) Die Eigenthümlichkeiten in der Structur der Respirationsorgane der Vögel haben wahrscheinlich eine Beziehung zu der ihnen eigenen merkwürdigen Eigenschaft, ohne Schaden außerordentlich schnelle und heftige Veränderungen des Luftdruckes auf sich einwirken zu lassen. Der Condor der Anden steigt oft außerordentlich schnell von einer Höhe von 20,000 Fuß bis zum Meeresspiegel herab, wo die Luft mehr als noch einmal so dicht ist, als die, welche der Vogel wenige Augenblicke vorher eingeathmet hatte. Wir können aber bis jetzt durchaus nicht entscheiden, in welchem Verhältniß die angegebene Structur der Lungen zu dieser außerordentlichen Fähigkeit, so plötzliche und gewaltsame Veränderungen des Luftdruckes auszuhalten, steht.

Auf solche Weise wird in den verschiedenen Thierklassen der Mechanismus der Respiration verschieden ausgeführt, je nachdem sie an ein Element gebunden sind, und je nachdem ihre Lebensweise diese oder eine andere Einrichtung erheischt. Vergleicht man diese verschiedenen Respirationseinrichtungen mit dem Verhalten der Systeme des Kreislaufes, so bekommt man ein ziemlich genaues Criterion von der Energie der Lebenskräfte des Thieres. Bei den Vögeln ist die Muskelkräftigkeit auf den höchsten Grad getrieben, was eine Folge von der doppelten Einwirkung der Luft auf das in den Lungen cirkulirende Blut ist. Die Säugethiere kommen in Absicht auf die Energie der Lebenskräfte gleich hinter den Vögeln, sie haben aber auch einen doppelten Kreislauf und athmen atmosphärische Luft ein. Die torpiden und kaltblütigen Reptilien aber sind durch eine große Lücke von den Säugethieren getrennt, denn die Luft, welche sie athmen, wirkt nur auf einen Theil des cirkulirenden Blutes ein, weil der Lungenkreislauf bei diesen Thieren nur ein Theil des allgemeinen Kreislaufes ist. Bei den Fischen sehen wir ein ähnliches Resultat. Hier ist zwar ein vollkommen geschiedener doppelter Kreislauf vorhanden; es wirkt aber auf die Respirationsorgane blos der Theil der Luft ein, welcher im Wasser aufgelöst ist, und daher in seiner Wirkung schwächer ist, als Luft, welche im atmosphärischen Zustand geathmet wird. Auf gleiche Weise kann man Beziehungen zwischen der mehr oder minder großen Vervollkommnung dieser Funktionen und der gradweisen Ausbildung der Lebenskraft bei den wirbellosen Thieren auffinden. Bei den Insecten treffen wir die Lebensthätigkeit des Organismus sehr gesteigert an, und können den Grund dazu leicht in der Vervollkommnung der Berührungen der Säftemasse mit der Luft finden, welche durch die zahlreichen Tracheen überall Zugang hat.

§. 4. Von den chemischen Veränderungen, welche durch die Respiration hervorgerufen werden.

Zunächst haben wir unsere Aufmerksamkeit auf die chemischen Veränderungen zu richten, welche durch die Respiration in der thierischen Oekonomie hervorgerufen werden. Erst seit wenigen

Jahren haben wir eine genaue Kenntniß von dem eigentlichen Verhalten dieser wichtigen Funktion, und es giebt vielleicht keinen Zweig der Physiologie, welcher in seiner Geschichte ein so beschämendes Gemälde, ein Meer von Irrthümern, darböte, in welchem sich der menschliche Geist so leicht verliert, wenn er den Pfad der genauen Untersuchung verläßt, und sich wilden und träumerischen Hypothesen hingiebt, denen alle feste Begründung mangelt. So wurden die Naturforscher bei ihren Untersuchungen über das Wesen und den Hergang der Respiration vielfältig getäuscht, und durch unzusammenhängende Raisonnements, denen sie sich hingaben, irre geführt. Eine historische Darstellung oder nur eine kurze Anführung dieser nun hinlänglich verlassenen Theorien kann aber hier, als unvereinbar mit den Gränzen dieser Schrift, nicht aufgenommen werden.*) Ich begnüge mich daher, die hauptsächlichsten Thatsachen, welche sich auf diese Funktion beziehen, so in Kürze darzustellen, wie sie nun durch die Arbeiten der neueren Physiologen genügend gegeben sind, um den Leser mit den wohlthätigen Absichten der Natur, die sich in der Oekonomie des thierischen Organismus offenbaren, bekannt zu machen.

Die atmosphärische Luft wirkt ohne alle Schwierigkeit auf das Blut, welches durch die Gefäße getrieben wird, die mit ihren außerordentlich feinen Verzweigungen die Membranen durchziehen, welche die Luftzellen der Lungen austapeziren; denn weder diese Membranen, noch die dünnen Wandungen jener Gefäße selbst, bieten dem Austausche der chemischen Elemente die geringste Schwierigkeit dar. Das Blut ist eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, und daher ist es außerordentlich schwer, eine genaue Analyse davon zu bekommen, noch weit schwerer aber, mit Genauigkeit die verschiedenen Modificationen

*) Die Geschichte der verschiedenen chemischen Theorien, welche sich auf diesen interessanten Theil der Physiologie beziehen, findet man näher ausgeführt in Bostock's „Essay on Respiration“ und dessen „Elementary System of Physiologie“, welches letztere Werk das genaueste und compendiöseste wissenschaftliche Handbuch ist, das bis jetzt erschienen ist.

auszumitteln, welche in verschiedenen Zeiträumen in seiner chemischen Zusammensetzung vorkommen. Deswegen ist es auch kaum möglich, durch direkte Beobachtung genau die Art der chemischen Veränderung herauszubringen, welche diese Flüssigkeit während ihres Durchganges durch die Lungen erfährt, und wir müssen uns bei diesen Untersuchungen deshalb blos an Resultate halten, die wir indirekt vermöge des Schlusses herausbringen. *)

Die am meisten in die Augen fallende Wirkung des Einflusses der Luft auf das Blut ist die, daß diese Flüssigkeit ihre dunkelpurpurrothe Farbe, die ihr eigen ist, ehe sie zu den Lungen gelangt, verliert, und hell scharlachroth wird. Es liegt also auf der Hand, daß diese Farbenveränderung in den genannten Organen vor sich geht, und immer die chemische Umwandlung des Blutes begleitet. In was nun aber der chemische Unterschied dieser beiden Flüssigkeiten beruht, ist aus den Veränderungen zu schließen, welche die Luft selbst während dieses Herganges erfährt.

Die atmosphärische Luft, welche in die Lungen gebracht wird, besteht bekanntlich aus ungefähr zwanzig Procenten Sauerstoffgas, neunundsiebenzig Procenten Stickstoffgas und einem Procent kohlensaurem Gas. Nachdem sie aber auf die Respirationsorgane und das in ihnen enthaltene Blut eingewirkt hat und wieder von den Lungen zurückgekehrt ist, findet man, daß eine bestimmte Quantität von Sauerstoff, welche in ihr ent-

---

*) Einige in neuerer Zeit durch Macaire und Marcet gemachten Experimente über die chemische Zusammensetzung des Arterien- und Venenblutes zeigten, daß das erste mehr Sauerstoff enthält, als das letztere, und dieses dagegen mehr Kohlenstoff. Die Quantität des Stickstoffes blieb sich gleich. Hier folgen die Verhältnisse, wobei noch zu bemerken ist, daß das Blut von einem Kaninchen genommen und getrocknet untersucht wurde.

	Kohlenstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Wasserstoff.
Arterienblut	50, 2	26, 3	16, 3	6, 6.
Venenblut	55, 7	21, 7	16, 2	6, 4.

Siehe: Mémoires de la Société de Physique et d'histoire Naturelle de Genève. T. V. p. 400.

halten war, verschwunden ist, und daß an die Stelle dieses Sauerstoffes kohlensaures Gas nebst einer bestimmten Menge Wasserdampf getreten ist. Ebenso scheint es sehr wahrscheinlich, daß eine kleine Quantität Stickstoff während des Einathmens verzehrt wird.

Den Untersuchungen Priestley's verdanken wir unsre Kenntniß vom Verschwinden des Sauerstoffgases. Lange vor ihm aber hatte Mayow die Vermuthung gehabt, daß während der Respiration einige Luft von den Lungen absorbirt werde. Das Verdienst der Entdeckung aber, daß diese verschwindende Portion Sauerstoff sey, gebührt ohne Zweifel Priestley. Die Quantität des Sauerstoffs, der bei der gewöhnlichen Respiration verschwindet, ist bei verschiedenen Thieren verschieden, und wechselt sogar bei einem und demselben Thiere, je nach den Umständen, unter denen es lebt. Die Vögel z. B. haben für ihre Respiration eine größere Menge Sauerstoff nöthig, als andere Wirbelthiere, und fordern auch zur Erhaltung ihres Lebens eine reinere Luft. Indessen fand Vauquelin, daß manche Insecten- und Wurmgattungen den Sauerstoff der atmosphärischen Luft in weit höherem Grade einsaugen können, als größere Thiere. Auch einige auf dem Lande lebende Mollusken, wie die Schnecken, können lange Zeit in einer Luft noch leben, die so verdorben ist, daß kein Vogel es darin aushält. Einige Insecten, welche sich in Höhlen eingraben, oder unter dem Boden leben, können der Luft jede erkennbare Spur von Sauerstoff entziehen. Spallanzani hat beobachtet, daß Thiere, die durch ihre Lebensverhältnisse gezwungen sind, sich längere Zeit in so beschränkten Räumen aufzuhalten, diese Fähigkeit in einem höheren Grade besitzen, als andere, welche sich mit größerer Freiheit an der offenen Luft bewegen; so wunderbar hat die Natur in allen Fällen die Bedürfnisse der Thiere ihren Fähigkeiten angepaßt. Da die Kohlensäure aus Sauerstoff und Kohlenstoff besteht, so ist klar, daß der Theil des kohlensauren Gases, welcher aus den Lungen ausgeathmet wird, das Ergebniß einer theilweisen oder vollkommenen Verbindung des, während des Respirationsactes verschwindenden, Sauer-

stoffes mit Kohlenstoff ist, der in dem schwarzen venösen Blut, das durch die Lungenarterien den Lungen zugeführt wird, enthalten ist. Das Blut, welchem auf diese Weise sein überflüssiger Kohlenstoff entzogen wird, der in der Form von kohlensaurem Gas entweicht, erhält dadurch wieder seine natürliche, scharlachrothe Farbe, und zugleich von neuem die Eigenschaft, den verschiedenen Theilen des Körpers den gehörigen Stoff zu ihrer Ernährung und ihrem Wachsthum zuzuführen. Da das Blut den Kohlenstoff in größerer Menge enthält, als andere feste thierische Theile, welche aus ihm gebildet werden, so häuft sich dieser Kohlenstoff um so mehr an, als die andern Bestandtheile desselben (Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff) durch den Proceß der Secretion und Ernährung verschwinden. Kommt es nun als Venenblut in das Herz zurück, so ist es mit Kohlenstoff überladen, welcher ihm, wenn er in großer Menge vorhanden ist, eine schädliche Beschaffenheit verleiht, und daher vom Blute dadurch entfernt werden muß, daß er mit einer gewissen Quantität Sauerstoff durch das Zuströmen der atmosphärischen Luft in Verbindung gesetzt wird. Es ist noch nicht ganz entschieden, ob die ganze Menge des eingeathmeten Sauerstoffes zur Bildung des kohlensauren Gases verwandt wird; jedenfalls aber ist es nach dem Zeugnisse vieler Beobachter wahrscheinlich, daß eine kleine Quantität Sauerstoff beständig von dem Blute absorbirt wird, und in die Mischung dieser Flüssigkeit als ein wesentlicher Theil eingeht.

Eine ähnliche Frage entsteht in Beziehung auf den Stickstoff, von welchem, wie ich bereits angeführt habe, wahrscheinlicher Weise ein kleiner Theil während des Athmens eingesaugt wird. Die Naturforscher sind aber über diesen Punkt nicht ganz einig. Die Einsaugung des Stickstoffes während der Respiration ist eine der Thatsachen, welche schon Priestley aus seinen Experimenten geschlossen hat; obgleich aber von manchen Seiten Zweifel gegen ihre Richtigkeit erhoben worden sind, scheint sie doch im Ganzen durch die Untersuchungen Davy's, Pfaff's und Henderson's ziemlich bestätigt zu werden. Was die Respiration der kaltblütigen Thiere betrifft, so haben besonders

die Untersuchungen Spallanzani's, und noch weit genauer die von Humboldt und Provençal an Fischen zur Genüge gezeigt, daß in der That Stickstoff absorbirt wird. Macaire und Marcet haben erst in neuerer Zeit diese Thatsachen bestätigt, indem sie fanden, daß das Blut eine größere Quantität Stickstoff enthält, als der Chylus, aus welchem es entsteht. Wir können aber keine andere Quelle entdecken, woher der Chylus, während seiner Umwandlung in Blut, diese weitere Menge Stickstoff erhalten soll, als die atmosphärische Luft, welcher er beim Durchgang durch die Lungengefäße ausgesetzt ist.

Nach dem, was wir von dem chemischen Verhalten des Athmungsprocesses gesagt haben, ist dieser dem Hergange zu vergleichen, welchen man bei dem künstlichen Verbrennen der Kohle beobachtet. Die Nahrung liefert den brennbaren Stoff, welcher durch die Verdauungsorgane zubereitet und durch die Lungenarterie an den Ort hingeführt wird, wo er zu verbrennen hat; das Zwerchfell ist der Blasebalg, welcher den Ofen mit Luft versorgt, und die Luftröhre das Kamin, durch welche das Produkt der Verbrennung, die Kohlensäure, fortgeleitet wird.

Es ist ein interessantes Problem, zu untersuchen, ob diese Analogie weiter verfolgt werden kann, und ob die Verbrennung der Kohle, welche bei dem Athemholen stattfindet, nicht die ausschließliche Quelle der vermehrten Temperatur ist, welche alle Thiere, besonders aber die warmblütigen, gegenüber von dem sie umgebenden Medium stets behaupten. Die sich gleich bleibende und genaue Beziehung, welche man zwischen der Temperatur der Thiere und der Energie ihrer Respiration beobachtet, oder vielmehr der Betrag der chemischen Veränderungen, die durch diese Verrichtung entstehen, bietet uns einen sehr schlagenden Beweis zu Gunsten dieser Hypothese dar. Es treffen so viele Erscheinungen zusammen, daß, ungeachtet aller Einwürfe wegen einiger gelegenheitlich vorkommenden Anomalien, die gegen die Theorie gemacht werden, welche sich auf diese Hypothese stützt, dieselbe bis jetzt besser als irgend eine andere die Erscheinungen erklärt, und daher wahrscheinlich die richtige ist.

Die beständige Aufrechthaltung einer höheren Temperatur scheint auf dem Zusammentreffen zweier Bedingungen zu beruhen: erstens nämlich darauf, daß die ganze Blutmasse dem Einfluß der Luft unterworfen wird, und zweitens daß ihr die Luft in gasförmigem Zustande zugeführt wird. Dieß sind also die Umstände, welche den Hauptunterschied zwischen warm- und kaltblütigen Thieren begründen, ein Unterschied, welcher ihrer ganzen Constitution einen bestimmten Character aufdrückt. Die höhere Temperatur des Körpers ist es, welche das Säugethier und den Vogel in Absicht auf Lebensthätigkeit so hoch über die Reptilien stellt, und ist zugleich das Moment, welches zwischen Säugethieren und Fischen eine unübersteigliche Grenze befestigt. Obgleich die warmblütigen Cetaceen, welche ihr Leben im Ocean zubringen, in ihrer äußeren Form und ihren äußeren Bewegungsorganen die größte Aehnlichkeit mit den anderen Bewohnern der Tiefen haben, so sind sie doch immer nach der Bildung ihrer Respirationsorgane von einem anderen Elemente abhängig.

Wenn man einen Seehund, ein Meerschwein oder Delphin auch nur auf kurze Zeit unter der Oberfläche des Wassers halten wollte, so würden sie mit eben der Gewißheit zu Grunde gehen, als irgend ein anderes, in diese Lage versetztes Säugethier. Wir sehen, daß sie sich beständig an die Oberfläche des Wassers erheben, um dort Athem zu holen, und dieß geschieht selbst unter allen Umständen, wenn Gefahr oder das Bedürfniß von Nahrung sie treiben. Wie hitzig sie auch ihre Beute verfolgen mögen, wie sehr sie auch durch ihre Feinde in die Enge getrieben werden, — ein noch viel dringenderes Bedürfniß treibt sie an, von Zeit zu Zeit Luft einzuathmen an der Oberfläche des Wassers. Wäre nicht diese gebieterische Nothwendigkeit vorhanden, so würde der Wallfisch, welcher mit einer ungeheuern Körpermasse eine entsprechende Stärke und Schnelligkeit vereinigt, im ungestörten Besitze der weithin sich ausbreitenden Regionen des Oceans leben können; er würde ohne besondere Furcht auf die gegen ihn ausgesandte Flotten blicken, und alle Anstrengungen leicht vereiteln können, welche

der Mensch in Anwendung bringt, um ihn einzufangen und zu vernichten. Aber die eigenthümliche Beschaffenheit seiner Blutmasse, welche ihn nöthigt, an der Oberfläche des Wassers atmosphärische Luft einzuathmen, bringt ihn in den Bereich der tödtlichen Harpunen. Vergebens ist es, daß er, wenn er sich verwundet fühlt, in die Tiefen stürzt, um in deren verborgenen Räumen Zuflucht zu suchen; — eben jenes Bedürfniß kehrt wieder, und treibt ihn wieder unerbittlich an, sich von neuem seinen Feinden zu zeigen, und sich ihren wiederholten Angriffen auszusetzen, bis er untergeht in dem ungleichen Kampfe. Seine colossale Gestalt, seine gigantische Stärke, sind nur von geringem Belange gegenüber der Macht des Menschen, welcher zwar schwach erscheinen mag in seinen Kräften, wenn man ihn blos vom physischen Gesichtspuncte aus betrachtet, der aber eine unwiderstehliche Macht sich verschaffen kann, durch die Verbindung derselben mit seinen so unendlich überlegenen, intellectuellen Fähigkeiten.

XII. Capitel.

Ausscheidung, Secretion.

Die Fähigkeit, gewisse chemische Veränderungen in den rohen Materialien hervorzubringen, welche in das Innere des Organismus eingeführt worden sind, ist eine von jenen Kräften, welche ganz besonders für das Leben characteristisch sind. Obschon übrigens diese Kraft sowohl von den Organismen der Pflanzen als der Thiere ausgeübt wird, so bemerken wir doch einen sehr deutlichen Unterschied zwischen diesen zwei Classen

von Wesen in den Resultaten dieses Processes. Die Nahrung der Pflanzen besteht in den meisten Fällen aus den einfacheren Verbindungen der Grundstoffe, welche dann in zelligen oder vasculösen Geweben ausgearbeitet und in verschiedene neue Producte umgewandelt werden. So bildet zum Beispiel die Eiche, vermöge der Kräfte ihrer Vegetation, aus jenen Grundstoffen nicht bloß die grüne, pulpöse Materie ihrer Blätter und das zarte Gewebe ihres Markes, sondern auch die härtesten ihrer Holzfasern. Aus ähnlichen Materialien geschieht es auch, daß die Olive ihr Oel, die Cocosnuß ihre Milch bereitet; und eben dieselben elementären Stoffe bilden, je nach dem verschiedenen Zustande ihrer weiteren Verbindungen in dem einen Falle, den süßen Zucker des Zuckerrohrs, in andern Fällen, den so betäubenden Saft des Mohns, oder das scharfe Princip der Wolfsmilch (Euphorbium). Eine und eben dieselbe Pflanze liefert in dem einen ihrer Theile das milde Mehl der Kartoffel, während sie in einem anderen das giftige Extract des Nachtschattens giebt. Und doch stimmen alle diese verschiedenen, und noch tausend andere vegetabilische Producte, so weit sie sich auch in ihren erkennbaren Eigenschaften unterscheiden mögen, in ihren letzten chemischen Bestandtheilen fast ganz mit einander überein, und verdanken ihre eigenthümliche Eigenschaften hauptsächlich der Art und Weise, in welcher dieselben elementären Stoffe unter einander verbunden sind; diese eigenthümliche Verbindungsart ist aber besonders abhängig von den Processen, welchen die elementären Stoffe in dem Systeme einer jeden besonderen Pflanze ausgesetzt gewesen waren.

Bei den thierischen Geschöpfen sehen wir diese Processe in einer noch viel größeren Ausdehnung vervielfältigt, und die daraus hervorgehenden Substanzen sind noch unendlich weiter entfernt von dem Zustande, in welchen die nicht organisirte Materie ursprünglich sich befunden hatte. — Für's Erste bemerken wir, daß die Nahrung der Thiere immer bereits eine vorläufige Umänderung, Vorbereitung erlitten hat, anstatt so einfach und roh zu seyn, wie bei den Pflanzen es der Fall ist; denn dieselbe hatte entweder früher einen Theil irgend eines an-

deren organisirten Wesens ausgemacht, oder sie war ein Product der Organisation; in jedem Falle also nahm sie Theil an seiner so complicirten Zusammensetzung, welche die organisirten Körper auszeichnet. Immer aber wird der Nahrungsstoff, wie auch seine Eigenschaften im Augenblick der Aufnahme in den Magen immer beschaffen seyn mögen, sehr schnell durch die Kraft der Verdauung in eine milchige, durchscheinende Flüssigkeit umgewandelt, welche fast immer die gleichen Eigenschaften besitzt. — Wir haben oben gesehen, daß es kaum eine thierische oder vegetabilische Substanz giebt, wie fest auch ihre Textur, oder wie giftig ihre Eigenschaften seyn mögen, welche nicht fähig wäre, den verschiedenen Arten von Thieren Nahrungsstoffe zu liefern.

Wir wollen einmal als Beispiel die Flügeldecken der spanischen Fliegen (Cantharіden) betrachten, welche als so heftige Reizmittel wirken, wenn man dieselben in Pulverform auf die Haut applicirt, wie es beim Blasenziehen gewöhnlich der Fall ist. — Trotz aller dieser scharfen Eigenschaften finden wir doch, daß dieselben die natürliche Nahrung für mehrere Arten von Insecten ausmachen, welche sie mit großem Behagen verschlingen. Nichtsdestoweniger sind die Säfte eben dieser Insecten, obschon sie aus einer so ätzend-scharfen Nahrung ihren Ursprung nahmen, vollkommen milde, und durchaus ohne alle Schärfe. Spanische Fliegen bilden auch, wie Pallas erzählt, die Lieblingsnahrung des Igels, obschon sie bei den meisten anderen Säugethieren als sehr heftige Gifte wirken. Man hat überdieß gefunden, daß selbst diejenigen thierischen Ausscheidungsstoffe (wie z. B. das Gift der Klapperschlangen), welche selbst in der kleinsten Quantität einen sehr schnellen Tod herbeiführen, so wie sie in eine Wunde dringen, in den Magen aufgenommen werden können, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung herbeizuführen. Diese, sowie eine große Menge anderer allgemein bekannter Thatsachen beweisen vollkommen, wie vollständig die als Nahrung aufgenommenen Substanzen modificirt, in ihren Eigenschaften umgeändert oder sogar umgekehrt werden können durch die Kraft der animalischen Verdauung.

Nicht weniger merkwürdig sind die Veränderungen, welche das Blut selbst, welches aus jenen vorläufigen Processen seinen Ursprung nimmt, in der Folge während des Kreislaufes noch erleiden muß, oder wenn es der Einwirkung der Nutritionsgefäße und secernirenden Organe ausgesetzt wird. Denn das Blut wandelt sich zuletzt in alle die verschiedenen Gewebe und Substanzen um, welche die einzelnen Theile des thierischen Gebäudes zusammensetzen. Alle die mannigfaltigen Formen des Zellgewebes, in seinen verschiedenen Graden von Dichtigkeit; die Häute, die Bänder, die Knorpel, Knochen und das Mark; die Muskeln sammt ihren Sehnen; die schlüpfrige Flüssigkeit der Gelenke, die breiartig weiche Marksubstanz des Gehirns, die durchsichtige Gallerte im Auge, mit Einem Worte, alle die mannigfaltigen Gewebe der verschiedenen Organe, welche für so verschiedenartige Verrichtungen berechnet sind, stammen von einer und eben derselben Nahrungsflüssigkeit her, und können betrachtet werden als die bloß modificirten Verbindungen derselben letzten chemischen Elementarstoffe.

Aber worin, werden wir sehr natürlich fragen, besteht denn diese so feine chemische Thätigkeit im Leben? Wodurch bringt die Natur diese unendlich mannigfaltigen Umänderungen hervor? In welchen verborgenen Schlupfwinkeln des lebendigen Gebäudes hat sie ihre feine Werkstätte aufgeschlagen, wo sie ihre merkwürdigen Umwandlungen hervorzaubert, welche Alles weit übertreffen, was auch ein noch so phantastischer Alchymist der früheren Zeiten je träumen mochte, ausführen zu können? Fragen, wie diese, können bloß durch ein offenes Bekenntniß der tiefsten Unwissenheit ehrlich beantwortet werden. Denn wenn auch die eigentliche Natur der Secretion lange Zeit hindurch die Neugier der Physiologen im höchsten Grade erregt hat, und mit außerordentlichem Eifer und Ausdauer ihr nachgespürt worden ist, so erhielten wir doch als Resultat aller dieser Bestrebungen kaum irgend eine positive Belehrung, und die wirkliche Natur des Processes verblieb ungefähr in demselben Grad von Dunkelheit eingehüllt, als sie es vorn herein gewesen war. Es ist noch nicht einmal genau darüber entschieden, bis

zu welchem Grade die Secretionsorgane die unmittelbaren Werkzeuge der Production ihrer Ausscheidungsstoffe seyn mögen. Man hat sogar die Vermuthung aufgestellt, daß ihre Verrichtung möglicher Weise allein darauf beschränkt seyn möchte, gewisse thierische Producte, welche beständig in dem Blute während seines Kreislaufes von freien Stücken erzeugt worden sind, aus dieser Flüssigkeit einfach wieder auszuscheiden oder gleichsam abzufiltriren. Nach dieser Hypothese würden alle Drüsen, so wie die übrigen Secretionsapparate als bloße Filtrirapparate von höchster Feinheit zu betrachten seyn; für dieselbe sprechen viele Thatsachen, welche zu beweisen scheinen, daß mehrere jener Producte ganz unabhängig von den Processen der Secretion, durch welche sie erst der gewöhnlichen Annahme zu Folge gebildet werden sollten, in dem Blute schon vorher vorhanden sind. Doch ist zu gestehen, daß diese Erfahrungen noch zu sparsam und zweifelhaft sind, als daß man darauf die Deduction irgend einer umfassenden Theorie dieses Gegenstandes mit Sicherheit begründen könnte.

Es war natürlich zu erwarten, daß man bei der Erforschung der eigentlichen Natur jenes Processes eine wesentliche Unterstützung erhalten würde, von einer genauen anatomischen Untersuchung derjenigen Organe, durch welche die merkwürdigsten Arten von Secretionen ausgeführt werden. Allein obschon man diese Organe mit der sorgfältigsten und in's Kleinste gehenden Genauigkeit durchforscht hat, so sind wir doch in unserer Erkenntniß der Art und Weise, wie sie eigentlich bei der Herbeibringung der Operationen, welche in ihnen vor sich gehen, wirken, in der That nicht um einen einzigen Schritt weiter gekommen. Um unsere Verlegenheit noch zu vermehren, sehen wir oft, daß auf der einen Seite Theile, welche allem Anscheine nach ganz verschieden organisirt sind, dennoch ganz ähnlich beschaffene Secretionen bewerkstelligen; während wieder auf der anderen Seite Stoffe von sehr verschiedener Beschaffenheit ihren Ursprung Organen verdanken, welche selbst in den geringsten Einzelnheiten ihrer Structur ganz identisch zu seyn scheinen. Oft findet man, daß die Secretionen von weichen und mem-

branösen Oberflächen geliefert werden, wozu diejenigen gehören, welche die Höhlen des Unterleibs, der Brust, des Schädels auskleiden, und welche auch nach innen zu so umgeschlagen sind, daß sie (wie ein eingestülpter Handschuh) die darin enthaltenen Organe, wie das Herz, die Lungen, den Magen, die Eingeweide, die Leber und das Gehirn überziehen. In anderen Fällen ist die secernirende Membran ganz dicht mit kleinen Hervorragungen besetzt, welche den Haaren des Sammets gleichen; diese Fortsätze nennt man Zotten (Villi), und ihr am meisten einleuchtender Nutzen besteht, so viel wir davon verstehen können, darin, die Oberfläche, auf welcher die Secretion vor sich geht, zu vermehren.

Zuweilen scheint das Absonderungsorgan bloß allein aus einer Masse von Blutgefäßen, welche mit einer zarten Haut überzogen sind, zu bestehen, während in anderen Fällen noch eine eigenthümliche Materie zu diesen hinzuzutreten scheint, welche man das Parenchym nennt. Bei den Wirbelthieren zeigen sich uns eine große Menge von Beispiele, wo gewisse drüsigte Organe Secrete für ganz besondere Zwecke abscheiden. So giebt es in den Augen der Fische eine ansehnliche, aus Blutgefäßen bestehende Masse, welche man die Glandula Chorioidea genannt hat, und von welcher man vermuthet, sie habe den Zweck, den Wiedererſatz einiger Flüssigkeiten des Auges in dem Verhältniß, als sie verbraucht werden, zu bewerkstelligen. Im Innern der Luft- oder Schwimmblase mehrerer Arten von Fischen hat man ein gefäßreiches Organ entdeckt, welches augenscheinlich dazu dient, die Luft auszuscheiden, mit welcher die Schwimmblase angefüllt ist; auch wurden zahlreiche Ausführungsgänge gefunden, welche von jenem Organe ausgehen, um sich dann auf der innern Oberfläche der Schwimmblase zu öffnen, und auch diese sind mit Luft angefüllt. *)

*) Der Herr Verfasser scheint unter jenem gefäßreichen Organe die weiche und gefäßreiche Schleimhaut zu verstehen, welche das Innere der Schwimmblase auskleidet, und höchst wahrscheinlich die Luft ausscheidet, nicht aber jene aus einem Convolute von Gefäßen bestehende Blutgefäßdrüse, welche meistens am unteren Ende der Schwimmblase ihren Sitz hat. Denn bei dieser hat man noch

In andern Fällen sehen wir eine andere, jener oben angeführten entgegengesetzte Art von Bildung in Ausführung gebracht; die ausscheidende Oberfläche nämlich bildet den inneren Ueberzug von Zellen und Säcken, welche sich auf einmal in eine größere Höhle öffnen, oder sich in eine Röhre oder einen Gang verlängern, um die ausgesonderte Flüssigkeit an irgend eine entfrutere Stelle zu führen. Diese Zellen oder Follikeln, wie man sie gewöhnlich nennt, dienen im Allgemeinen dazu, schleimige Stoffe auszuscheiden, und sind oft über die ganze Oberfläche der Schleimhäute hin zerstreut. Der Talgdrüsen oder folliculi sebacei ist auch im I. Bande, Seite 77 Erwähnung geschehen); in anderen Fällen sind die ausscheidenden Höhlen in großer Anzahl in Haufen vereinigt, und sie bestehen in diesem Falle häufig aus einer Reihe verlängerter Röhrchen, welche das Aussehen von Blinddärmen haben, wovon wir bereits oben Beispiele in den Leber- und Speicheldrüsen der Insecten gesehen haben.

Ein Secretionsorgan in seiner einfachsten Form besteht aus kurzen und engen Röhrchen, welche sich nicht weiter theilen; zunächst finden wir Röhrchen, welche verlängert, gewunden sind, oder ein Bündel bilden, und welche stellenweise erweiterte Theile besitzen, oder alle zusammen das Aussehen von einer Ansammlung von Säcken oder Taschen zeigen; während in anderen Fällen sie sich in Aeste theilen, und sich in die feinsten Zweige ausbreiten. Zuweilen haben sie sich einzeln abgelöst oder getrennt; in andern Fällen sind sie in Massen, welche in Form von Quasten, Büscheln und sofort gruppirt sind, vereinigt, in welchen aber immer die einzelnen Röhrchen entwickelt und dargestellt werden können. Die secernirenden fadenförmigen Organe der Insecten flottiren in der allgemeinen Höhle ihres Körpers, welche die Masse der nährenden Flüssig-

---

keine Ausführungsgänge sicher nachgewiesen, und obschon man sie für ein Analogon der Thymusdrüse hält, so weiß man doch über ihre eigentlichen Functionen noch ebensowenig, als über die der letzteren. Anm. d. Uebers.

keit einschließt, und saugen aus letzteren die Materialien auf, welche sie zur Vollbringung ihrer bestimmten Functionen nöthig haben. Bloß in dem Falle setzen diese Theile eine eigentlich sogenannte Drüse (glandula) zusammen, wenn sie einen festen Ueberzug einer zelligen Membrane erhalten, welche denjenigen Theil bildet, der die Kapsel (capsula) genannt wird, und wodurch sie das Aussehen eines festen, compacten Körpers erhalten. Diese Form eines secernirenden Organs treffen wir aber bloß unter den höher organisirten Thieren an. Uebrigens ist zu bemerken, daß Dr. Kidd auch bei niedrigeren Thieren Körper beschreibt, welche augenscheinlich den Character von Drüsen besitzen. Sie sind reihenweise an der inneren Oberfläche des Darmcanals bei der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa) angebracht. (Philosoph. Transact. for 1825, pag. 227.)

Eine große Mannichfaltigkeit läßt sich bemerken, sowohl in der Form und Structur der verschiedenen Drüsen, als auch in der Art und Weise, wie die Blutgefäße in ihnen vertheilt sind. Bei denjenigen Thieren, welche mit einem sehr entwickelten Kreislaufe ausgestattet sind, vertheilen sich die Blutgefäße, welche die Drüsen mit Blut versorgen, in den mannigfaltigsten Formen. Es leuchtet von selbst ein, daß jede dieser Formen absichtlich, mit Berücksichtigung der eigenthümlichen Secretion, welche ausgeführt werden soll, erwählt worden ist, obschon es uns hier unmöglich ist, den eigentlichen Zusammenhang zwischen den Mitteln und dem Zwecke zu erforschen. In einigen Drüsen theilen sich, um ein Beispiel anzuführen, die kleinsten Arterien, so wie sie an dem Organe selbst angelangt sind, plötzlich in eine große Menge kleinerer Zweigchen, ähnlich den Haaren eines Kameelhaarpinsels; dieß heißt man dann die pinselförmige Structur. In anderen Fällen gehen die kleinsten Arterienzweige, statt nach ihrer Theilung in paralleler Richtung mit einander sich auszubreiten, ähnlich den Radiis eines Kreises, strahlenförmig von einem Mittelpunkte aus, und stellen so eine sternförmige Vertheilung dar. Bei weitem in den häufigsten Fällen nehmen die kleinsten Arterien einen gewundenen Verlauf, und sind zuweilen in Spiralen aufgerollt;

im Allgemeinen sind jedoch diese Convolute von Gefäßen zu sehr durcheinander geschlungen, als daß wir im Stande wären, dieselben gehörig zu entwickeln *).

Bloß mit Hülfe des Microscops ist es möglich, diese winzigen und feinen Structurverhältnisse sichtbar darzustellen; aber die Täuschungen, denen alle solche Untersuchungen, welche die Anwendung sehr starker Vergrößerungen nothwendig machen, unterworfen sind, treten als bedeutendes Hinderniß unserer Fortschritte in der Erkenntniß dieser Verhältnisse entgegen. Das einzige Resultat beinahe, welches wir durch diese höchst mühseligen microscopischen Untersuchungen im Felde der Anatomie erhalten können, besteht daher darin, daß die Natur eine große Mannichfaltigkeit in den Mitteln angewandt hat, welche die Secretion in Ausführung bringen sollen. Immer aber bleiben wir noch in tiefster Unwissenheit über die Art, wie jede einzelne Structur den ihr zukommenden Zwecken angepaßt ist, und doch muß sicher eine solche Anpassung stattfinden. Ebensowenig wissen wir von den genaueren Verhältnissen der chemischen Verwandtschaften, welche in's Spiel treten müssen, um die beabsichtigten Wirkungen hervorzubringen. Das einzige Beispiel, wo wir eine Wechselbeziehung zwischen den chemischen Eigenschaften des Secretes und der Art von Blut, aus welchen es bereitet wird, deutlich wahrnehmen können, giebt uns die Leber an die Hand, welche, ganz von allen übrigen Drüsen abweichend, venöses, anstatt arterielles Blut zu diesem Zwecke zugesandt erhält. Die Blutadern, welche das Blut zurückführen, nachdem es in dem Magen und anderen Eingeweiden des Unterleibes circulirt hat, sammeln sich alle in einem großen Gefäßstamm, die Pfortader (Vena portarum) genannt, welche in die Leber eindringt, und sich hier wieder vielfach theilt und verästelt, wie wenn sie eine Arterie wäre. Ihre kleinsten Zweigchen vereinigen sich zuletzt mit denen der Leberarterien, und verzweigen sich durch die kleinsten Läppchen, welche die Sub-

*) In neuester Zeit hat Berres in Wien die ausgedehntesten Untersuchungen über diesen so interessanten Gegenstand angestellt. Anmerk. d. Uebers.

ſtanz (das Parenchym) der Leber zuſammenſetzen. Nachdem die Galle ausgeſchieden und von den Leber- oder Gallengängen weggeführt worden iſt, wird das übrig gebliebene Blut zurückgeführt durch die kleinſten Zweigchen der Lebervenen, welche den Mittelpunkt jedes Läppchens der Leberſubſtanz einnehmen; ſie ſammeln ſich in immer größer und größer werdende Aeſte, bis ſie ſich alle zuſammen in der unteren Hohlader vereinigen, welche geradezu in's Herz einmündet. *)

Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei allen dieſen Proceſſen die Electricität eine ſehr wichtige Rolle ſpielt. Da uns aber alle genaue Kenntniß abgeht, hinſichtlich der Art und Weiſe, wie ſie im lebenden Organismus erregt und in's Spiel gebracht wird, ſo kann dieſe Lücke unſeres Wiſſens für jetzt bloß durch ſehr weit hergeholte Hypotheſen ausgefüllt werden.

Jener Proceß, welcher die letzte Stufe der Ernährung bildet, nämlich die wirkliche Verkörperung und innige Vereinigung der neu aufgenommenen Materien mit den feſten Subſtanzen des Körpers, von welchem ſie jetzt einen Theil bilden ſollen, iſt in ein ebenſo undurchdringliches Dunkel gehüllt, als derjenige der Secretion.

XIII. Capitel.

Auflaugung, — Abſorption.

Eine andere Verrichtung, welche in enger Beziehung zu der Ernährung ſteht, und welche eine genauere Unterſuchung ver-

*) Vergleiche darüber Kiernan's Abhandlung über die Anatomie und Phyſiologie der Leber (Philosoph. Transact. for 1833, p. 711). Ein ähnliches Syſtem von venöſen Ramificationen, obſchon in einem viel kleineren Maaßſtabe, iſt von Jacobſon bei den meiſten Fiſchen und Reptilien, und ſogar bei einigen Vögeln an den Nieren entdeckt worden.

dient, ist die Auffaugung oder Absorption. Der Hauptzweck dieser Function besteht darin, solche Materien wieder zu entfernen, welche schon abgelagert worden waren, und nun entweder nicht mehr nützen, oder sogar schädlich werden können, um sie sodann in die allgemeine Masse der circulirenden Flüssigkeiten fortzuschaffen. Diese Absicht wird erreicht durch eine besondere Classe von Gefäßen, welche man die Saugadern oder Lymphgefäße nennt. Diese Gefäße enthalten eine Flüssigkeit, welche durchscheinend und ohne Farbe ist, etwa wie das Wasser; man hat sie die Lymphe genannt. Die Lymphgefäße sind in ihrer Structur, und wahrscheinlich auch in ihrer Art zu wirken, den Milchgefäßen vollkommen ähnlich, welche den Chylus oder Speisesaft in die Höhle des Darmcanals aufsaugen; man findet sie bei allen Classen der Wirbelthiere, und sie durchdringen in weiter Ausbreitung jeden Theil des thierischen Körpers. Von außerordentlicher Kleinheit an ihrem Ursprunge vereinigen sie sich untereinander, wie sie weiter verlaufen, indem sie immer größer und größer werdende Stämme bilden, welche im Allgemeinen dem Laufe der Blutadern folgen, bis sie endlich ihren Inhalt entweder in den Milchbrustgang (ductus thoracicus) oder in die eine oder andere der großen Venen in der Nachbarschaft des Herzens entleeren.

In ihrem ganzen Verlaufe sind sie, wie die Milchgefäße (vasa chylifera) mit einer großen Anzahl von Klappen, Valvalae, versehen, welche dem Lymphgefäße, wenn es von Lymphe ausgedehnt ist, das Aussehen einer Perlenschnur oder eines Paternosters geben (Fig. 224). Bei den warmblütigen Thieren haben die Lymphgefäße die Einrichtung, daß sie an gewissen Stellen in ihrem Verlauf durch gewisse Körper von einer compacten Structur, welche derjenigen der Drüsen ähnlich ist, hindurchdringen müssen, welche man demzufolge Lymph- oder Saugaderdrüsen nennt. Eine Drüse dieser Art ist in Fig. 224 abgebildet. Sie stimmen in ihrer Structur und wahrscheinlich auch in ihren Functionen mit den Gekrösdrüsen überein, durch welche bei den Säugethieren die Milchgefäße hindurchgehen, bevor sie den Milchbrustgang erreichen. In der That hat man

dieſelben hauptſächlich bloß bei den Säugethieren angetroffen, denn ſchon bei den Vögeln ſind dieſe Lymphdrüſen ſelten, und noch viel mehr unter den Fiſchen und Reptilien *).

Es hat allen Anſchein, daß bei den niedriger organiſirten Thieren die Blutadern ſelbſt unter gewiſſen Umſtänden die Fähigkeit beſitzen, Stoffe auszuſaugen, wie ſie ſonſt den Lymphgefäßen zukommt. Kein einziges Thier unter den wirbelloſen beſitzt in der That Lymphgefäße, und die Auffaugung muß alſo nothwendig von Seiten der Blutadern bewerkſtelligt werden, wenn dieſe letztere Art von Gefäßen vorhanden iſt. Man kann demgemäß annehmen, daß das Hinzutreten des Syſtems der lymphatiſchen Gefäße, als Hülfsorgane der Blutadern, als eine Art Verfeinerung und Vervollkommnung in der Organiſation zu betrachten iſt, welche allein den höheren Claſſen der Thiere eigenthümlich zukommt. Fohmann, welcher ausgedehnte Unterſuchungen über die auffaugenden Gefäße durch alle Claſſen der Wirbelthiere angeſtellt hat, hat gefunden, daß ſich dieſelben an ſehr vielen Stellen in die Venen öffnen **).

Profeſſor Müller in Bonn (jetzt in Berlin) hat kürzlich die Entdeckung gemacht, daß die Fröſche und mehrere andere Amphibien mit großen Behältern für die Lymphe verſehen ſind, welche ihre Lage unmittelbar unter der Haut haben, und ganz deutliche und regelmäßige Pulſationen zeigen, wie das Herz; man kann ſie deßhalb ganz zweckmäßig lymphatiſche Herzen nennen. Der Nutzen derſelben beſteht augenſcheinlich darin, daß ſie die Lymphe in ihrem Fortgange längs der lymphatiſchen

---

*) Oder hier finden ſich vielmehr gar keine eigentlichen Lymphdrüſen. Anmerk. d. Ueberſ.

**) Siehe ſein Werk, mit dem Titel: „Anatomiſche Unterſuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelberg 1822.“ †)

†) Es iſt übrigens noch nicht entſchieden, ob dieſe Verbindungen zwiſchen beiden Claſſen von Gefäßen wirklich in der Ausdehnung ſtattfinden, wie Fohmann und Andere wollen; ob nicht Zerreißungen der Lymphgefäße bei den künſtlichen, oft gewaltſamen Einſpritzungen ſtattfanden, welche zu Täuſchungen veranlaſſen konnten u. ſ. f. Anmerk. d. Ueberſ.

Gefäße vorwärtstreiben. Bei dem Froſche hat man bis jetzt vier ſolcher Lymphherzen entdeckt; die zwei hinteren Organe liegen hinter dem Hüftgelenk in der Regio ischiadica, unmittelbar unter der Haut, während die beiden vorderen auf jeder Seite des processus transversus des dritten Wirbels liegen, unter dem hinteren Ende des Schulterblatts. Die Pulſationen dieſer Lymphherzen ſtimmen in ihrem Rhythmus nicht mit den Pulſationen desjenigen Herzens überein, welches Blut führt; auch treten ſie in den Lymphherzen der rechten und linken Seite nicht zu einer und eben derſelben Zeit ein, ſondern wechſeln oft auf eine ganz unregelmäßige Art ab.

Profeſſor Müller hat ähnliche Organe bei der Kröte, dem Salamander und der grünen Eidechſe entdeckt, und hält es für höchſt wahrſcheinlich, daß ſie bei allen Amphibien vorkommen möchten. (Siehe Philosoph. Transact. for 1833, p. 89. Joh. Müller, Phyſiologie, B. I.) *)

XIV. Capitel.

Nervenkraft.

Diejenigen Organe, welche zur Ausführung der verſchiedenen, die Ernährung vermittelnden, Functionen dienen, nennt man im Allgemeinen Vitale (oder Vegetative) Organe, um ſie dadurch von jenen zu unterſcheiden, welche die Empfindung, die willkührliche Bewegung und alle die übrigen Functionen des thieriſchen Lebens vermitteln helfen. Bei dem oberflächlichſten Nachdenken über die Mannichfaltigkeit und

*) Die Lymphherzen der Python Tigris, einer Art Rieſenſchlange, hat in neueſter Zeit E. Weber (Müller's Archiv, 1835) entdeckt und genau beſchrieben. Auch Panizza hat ausgedehnte Unterſuchungen über dieſe Organe bei den Amphibien angeſtellt. Anm. d. Ueberſ.

Complication aller der Thätigkeiten, welche man unter der ersteren Classe von Functionen bei den höher organisirten Thieren begreift, wird man sich überzeugen, daß dieselben das Resultat der vereinigten Wirkung mehrerer verschiedener Kräfte seyn müssen; aber die Hauptquelle der mechanischen Eigenschaften, welche für die vitalen Organe erforderlich sind, bleibt immer, wie auch in allen andern Fällen, die Muskelkraft. Die Hüllen des Magens und des ganzen Darmcanals enthalten einen bedeutenden Antheil von musculösen Fasern, durch welche die Durcheinandermischung und Fortbewegung der in diesen Höhlen enthaltenen Stoffe bewirkt wird, und zwar auf eine Weise, welche am besten dazu geeignet ist, die chemischen Operationen zu begünstigen, welchen jene Stoffe ausgesetzt werden sollen, und um aus denselben alle die nährenden Substanzen aufzunehmen, welche sie enthalten mögen.

Ganz auf dieselbe Art sind auch alle röhrenförmigen Gefäße, welche Flüssigkeiten fortführen sollen, mit einer Art Muskelkraft ausgestattet, wie sie gerade am besten geeignet ist zur Bewerkstelligung jenes Dienstes. Das Herz ist ein starker, hohler Muskel, mit der gehörigen Kraft, um die Blutmasse mit außerordentlicher Anstrengung durch das Arterien- und Venensystem hindurch zu treiben. Eben so sind die Blutgefäße, besonders die kleinsten oder sogenannten Capillargefäße, neben dem, daß sie elastisch sind, auf ähnliche Weise mit Muskelkraft versehen, welche auch ihren Theil dazu beiträgt, die Bewegung des Bluts zu befördern und seinen Kreislauf zu vollenden*). Die Menge des Bluts, welche in jedem einzelnen Theile circulirt, die Schnelligkeit seiner Bewegung und die Wärme, welche es entwickelt, werden dem größten Theile nach regulirt, durch die eigenthümliche Art der Einwirkung der Blutgefäße in jenen Theilen. Die Quantität und zuweilen sogar die Qualität

*) Diese Muskelkraft kommt den Blutgefäßen keineswegs zu, — worin wohl alle Physiologen, nach den neueren Untersuchungen über diesen Gegenstand übereinstimmen werden. Anm. d. Uebers.

der Secretionen sind auf ähnliche Weise von dem Zustande der Circulation des Blutes abhängig; ebenso läßt sich auch die Thätigkeit der Ausführungsgänge, welche die secernirten Flüssigkeiten an die einer jeden bestimmten Gegenden fortführen, aus den Wirkungen einer Muskelkraft erklären.

Die unmittelbare Ursache, welche in diesen Organen die Muskelfaser zur Zusammenziehung veranlaßt, mag sehr häufig von der gewaltsamen Ausdehnung ihrer Theile abzuleiten seyn. Dieß ist der Fall bei allen hohlen und röhrenförmigen Muskeln, wohin z. B. der Magen, das Herz *), sowie die Blutgefäße (?) gehören, wenn diese Organe durch die Anwesenheit der darin enthaltenen Flüssigkeiten oder anderweitiger Substanzen mechanisch über einen bestimmten Grad hinaus ausgedehnt werden. In andern Fällen scheint die chemische Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Stoffe der unmittelbare Reiz zu seyn, welcher ihre Contraction hervorruft. Aber zahllose Beispiele treten uns bei den höheren Classen der Thiere entgegen, in welchen diese Ursachen allein durchaus nicht im Stande sind, die Erscheinungen der vitalen Functionen zu erklären. Keine mechanische Hypothese wird hinreichen, eine genügende Erklärung zu geben von der unendlichen Mannigfaltigkeit in der Art und Weise, wie die Organe, welche jenen Functionen vorstehen, wirken, oder uns irgend einen Schlüssel an die Hand geben, zur Erkenntniß der Mittel, durch welche sie in Stand gesetzt werden, so genau in einander greifend zusammenzuwirken zur Hervorbringung der letzten Wirkungen. Noch viel weniger wird uns irgend eine Theorie, welche sich bloß auf die Thätigkeit der Muskelkräfte und der gewöhnlichen chemischen Affinitäten einläßt, befähigen, davon eine Erklärung zu geben, wie und warum ein reizender Eindruck, welcher auf irgend einen Theil ausgeübt wird, seine sichtbaren Wirkungen auf ein ganz entferntes Organ ausüben

*) Bei dem Herzen ist dieß entschieden nicht der Fall. Denn da es sich noch ebensogut zusammenzieht, auch wenn es von Blute ganz entleert ist, so hängen seine Contractionen gewiß nicht von dem Reize ab, welchen die Ausdehnung desselben durch das enthaltene Blut etwa ausüben könnte.

Anm. d. Uebers.

kann; oder auf welche Art sehr entfernte, und dem Ansehen nach gar nicht zusammenhängende Theile, wie durch eine unsichtbare Sympathie getrieben, in ein und ebendemselben Augenblicke im Stande sind, in Uebereinstimmung mit einander zu wirken, zur Hervorbringung eines gemeinschaftlichen Effects; und doch muß in unzähligen Fällen eine solche Zusammenwirkung unumgänglich nothwendig eintreten, um die vitalen Functionen der thierischen Geschöpfe vollkommen zur Ausführung zu bringen.

Die Natur hat Bedingungen, welche für den glücklichen Erfolg ihrer Maaßregeln von so großer Wichtigkeit sind, keineswegs außer Acht gelassen, sondern sie hat vielmehr zur Vollendung aller ihrer Zwecke eine controllirende, die gehörige Aufsicht führende Kraft aufgestellt, welche in dem Nervensystem ihren Wohnsitz hat, und Nervenkraft genannt wird. Versuche haben bewiesen, daß die normale Ausführung der vitalen Functionen, wie die der Verdauung, der Circulation und der Absonderung, die Gegenwart eines Agens erfordert, welches von verschiedenen Theilen des Gehirns und Rückenmarks ausströmt, und die Ordnung und das gehörige Ineinanderwirken der Thätigkeiten in denjenigen Organen regulirt, welche jene Functionen ausführen sollen. Ebenderselbe Einfluß, um nur ein Beispiel anzuführen, welche die Fähigkeit zur Secretion in irgend einer besonderen Drüse vermehrt, vermehrt auch der Erfahrung gemäß, zur nämlichen Zeit die Thätigkeit der Blutgefäße, welche diese Drüse mit den zu ihrer Secretion erforderlichen Materialien versehen; ebenso wird die vermehrte Thätigkeit der Blutgefäße auf der andern Seite begleitet von einer vermehrten Thätigkeit des secernirenden Organs.

Die Erfahrung zeigt auch, daß, sowie der Einfluß des Gehirns und Rückenmarks unterbrochen wird, die Secretion aufhört, wenn auch der Zufluß des Blutes einige Zeit hindurch noch fortdauern mag, und in gleicher Weise hören dann auch alle übrigen Functionen auf, welche von dieser Secretion abhängig sind, wie z. B. die Verdauung. Auf diese Art also bringt die Nervenkraft verschiedene Operationen untereinander

in den nöthigen Zusammenhang, bestimmt die respectiven Grade einer jeden derselben, und regulirt die Art, wie sie auf einander folgen müssen, um so jene vollkommene Harmonie mit Sicherheit hervorzubringen, welche wesentlich ist zur Erreichung aller Zwecke der vitalen Funktionen. Ebenso ist nicht allein die Muskelkraft, welche in den vitalen Organen ihren Sitz hat, sondern es sind auch die organischen Verwandtschaften, welche die Secretion bedingen, sowie alle jene unbekannten Ursachen, von welchen die Nutrition, die Entwicklung und das Wachsthum jedes einzelnen Theiles abhängen, unter die Controlle der Nervenkraft gestellt. Wenn die Functionen einer Pflanze einfach genug sind, um auch ohne die Mitwirkung einer Muskelkraft ausgeführt zu werden, so erfordern sie noch viel weniger den Beistand eines Nerveneinflusses; diese beiden Kräfte sind die ganz eigenthümlichen Attribute der animalischen Vitalität. Wir finden demzufolge bei keiner einzigen Pflanze auch nur eine Spur weder von Nerven- noch von Muskelfibern in ihrer Structur aufgenommen.

Obschon wir gänzlich unwissend sind über das innerste Wesen dieser Nervenkraft, so wissen wir doch so viel, daß, wenn sie bei den vitalen Functionen in Wirkung treten soll, dieselbe bloß durch das Medium einer ganz eigenthümlichen Gattung von Fibern wirken kann, welche einen Theil des Nervensystems bilden, demzufolge unter die Nerven gerechnet werden. Der größte Theil von Nervenfilamenten dieser Gattung von Nerven setzen jenen Theil zusammen, welchen man den sympatischen Nerven nennt, weil man vermuthete, derselbe werde das Medium der ausgedehnten Sympathieen zwischen den verschiedenen Organen seyn; die Vereinigung jedoch von allen diesen Nerven zusammengenommen, wird noch gewöhnlicher mit dem Namen Gangliensystem bezeichnet, welcher Name dem Umstande seinen Ursprung verdankt, daß jene Nerven mit kleinen Anhäufungen von Nervensubstanz in Verbindung stehen, welche man Ganglien oder Nervenknoten nennt, und welche an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs ihre Lage haben. In Fig. 225 ist bei G ein solches Ganglion dargestellt, durch welches

man einen Nerven (N), welcher an seinem Ursprunge von einer Menge getrennter Filamente zusammengesetzt ist (F), gehen sieht, ehe er sich wiederum in seine Zweige (B) theilt. Die zahlreichen Communicationen und gegenseitigen Austauschungen von Nervenfasern, welche in der Folge an verschiedenen Stellen vor sich gehen, um das zu bilden, was man einen Nervenplexus, Nervengeflecht nennt, wurden in Fig. 226 deutlich gemacht; daselbst theilen sich vier Nervenstämme (TT) in mehrere Zweige, welche sich ebenfalls weiter theilen und sich auf verschiedene Art in ihrem weiteren Verlaufe untereinander vereinigen, etwa wie eine verwickelte Strähne Faden, ehe sie sich weiter an ihre respectiven Bestimmungsorte begeben.

Die Ganglien stehen durch Nervenfäden mit jedem Theile des Gehirnes und Rückenmarkes, diesen großen Centraltheilen des Nervensystems, in Zusammenhang, und sie senden auch unzählige Nervenzweige aus, um sich über den ganzen Körper auszubreiten. Alle Theile desselben, welche Blutgefäße erhalten, ganz besonders aber die Organe der Verdauung, werden reichlich mit solchen Ganglionnerven versorgt; so daß durch ihr Hinzutreten alle diese Theile in ausgebreiteter Verbindung mit dem Gehirn und Rückenmark, sowie auch untereinander stehen. Die Ganglien scheinen ganz besonders die Vereinigungspuncte zwischen Nervenfasern abzugeben, welche von vielen verschiedenen Theilen herkommen. Man kann sie demgemäß als Organe betrachten, welche in Bezug auf die vitalen Functionen eine Verrichtung ausüben, übereinstimmend mit derjenigen, welcher das Gehirn und Rückenmark in Bezug auf die übrigen Nerven vorstehen, oder sie sind gleichsam secundäre Centralorgane der Nervenkraft.

Aus dem Obigen erhellt also, daß es zwei verschiedene, höchst wichtige Zwecke sind, wegen deren die zu dem Gangliensysteme gehörigen Nerven geschaffen wurden; für's Erste sollen sie gleichsam als Canäle dienen, vermittelst welcher die Affectionen irgend eines Organs in Stand gesetzt werden, auf ein entferntes Organ ihren Einfluß auszuüben; und für's

Zweite, das Medium abzugeben, durch welches die Kräfte von verschiedenen Theilen combinirt und concentrirt werden können, um die besonderen Zwecke in Ausführung zu bringen, welche eine solche Zusammenwirkung nöthig machen*). Daraus folgt, daß vermittelst der Gangliennerven alle die verschiedenen Organe und alle die mannigfaltigen Functionen zur Hervorbringung irgend eines gemeinschaftlichen Zweckes in Wirksamkeit gesetzt und in ein umfassendes und harmonisches Operationssystem vereinigt werden.

Die Nervenkraft, deren Wirkungen wir bisher betrachtet haben, sollte nothwendig von jener Kraft sorgfältig unterschieschieden werden, welche das Attribut eines andern Theils des Nervensystems ist, und welche man deßwegen, weil sie mit der Sensation, dem Willensvermögen und andern intellectuellen Operationen im engsten Zusammenhange steht, mit dem Namen sensorielle Kraft bezeichnet hat. Dieser Unterschied zwischen beiden wurde von Dr. A. P. W. Philip auf das Klarste herausgestellt und beleuchtet **).

Die Functionen der Verdauung, Aufsaugung, Ausscheidung, wie überhaupt alle diejenigen, welche man unter dem Ausdrucke ernährende oder vitale Functionen begreift, gehen ganz im Geheimen vor sich, ohne nothwendiger Weise oder im gewöhnlichen Zustande irgend eine Sensation zu erregen; sie sind dem Einflusse des Willens ganz und gar entzogen. Die Natur konnte nicht zugeben, daß Processe, welche für die Erhaltung des Lebens von so großer Wichtigkeit sind, auf irgend eine Weise durch den Willen des lebenden Individuums einen störenden Eindruck sollten erfahren können. Wir wissen, daß sie in unserem Inneren aber, sowohl während unseres Schlafs, als im

*) Neuere Untersuchungen haben jedoch außer Zweifel gesetzt, daß das Gangliensystem bei weitem nicht jene bedeutende Rolle bei den verschiedenen Erscheinungen der sogenannten Sympathieen spielt, welche man früher ihm beilegte. Man hat gefunden, daß das Gehirn und Rückenmark auch hier einen großen Einfluß ausüben. Anm. d. Uebers.

**) Man vergleiche hierüber sein Werk: „Experimental Inquiry into the Laws of the vital Functions.“

wachen Zustande, vor sich gehen, mögen wir unsere Aufmerksamkeit auf sie richten oder nicht. Wenn sie auch gelegentlich durch heftige Gemüthsbewegungen oder irgend eine andere Affection unserer Seele einen Eindruck erleiden mögen, so sind sie doch im Allgemeinen ganz unabhängig von jedem Vorgange in unserem geistigen Innern. So lange sich das System in seinem natürlichen und gesunden Zustande befindet, gehen alle seine inneren Operationen in aller Ruhe, Stetigkeit und ohne Unterbrechung vor sich, es mag nun der Geist in Gedanken versunken, oder ganz unbeschäftigt seyn.

Diejenige Art von Leben, welche aus diesen Functionen allein für sich genommen hervorgeht, und auf welche sich bis jetzt unsere Untersuchung beschränkt hat, muß betrachtet werden als das Resultat eines Lebensprocesses, der viel mehr ein vegetativer als ein thierischer zu nennen ist. Jetzt ist es Zeit, unsere Blicke auf höhere Gegenstände zu richten, auf ein Feld, welches unser Interesse bei weitem mehr in Anspruch nehmen muß, als das so eben abgehandelte.

Dritter Theil.

Verrichtungen des Sensoriums.

I. Kapitel.

Ueber die Empfindung.

Das System der mechanischen und chemischen Functionen, wovon wir uns bisher bemüht haben eine Uebersicht zu geben, ist gleichsam bloß als ein Fundament, eine Basis zu betrachten, welche dazu eingerichtet ist, um darauf jene höheren Fähigkeiten zu begründen, die das thierische Leben zusammensetzen. Erst wenn wir diese letzten erhabenen Zwecke der Natur erforschen, öffnet und enthüllt sich uns der Plan in seiner ganzen Größe, welchen Gott bei der Schaffung der thierischen Welt befolgt hat. — Alle die Phänomene, welche der Gegenstand unserer bisherigen Betrachtung waren, laufen auf einen einzigen wesentlichen Zweck hinaus, nämlich die Aufrechterhaltung einer einfachen Lebensexistenz. Mit diesen Fähigkeiten und Eigenschaften begabt, würde das organisirte Wesen Alles besitzen, was für die Fortdauer und für den Unterhalt eines rein vegetativen Lebens unumgänglich nothwendig ist. — Die für diesen einzigen Zweck bestimmte Maschinerie ist vollkommen und ohne Mangel in allen ihren Theilen. Um sie zu dieser Vollkommenheit empor zu heben, hat der göttliche Baumeister nicht nur alle jene Eigenschaften und Kräfte der Materie in Anwendung gebracht, welche bis jetzt dem Menschen durch die Wissenschaft aufgedeckt worden sind, sondern er setzte auch die höheren und geheimniß-

volleren Kräfte der Natur in Thätigkeit, um ebenfalls bei dem großen Werke, welches ausgeführt werden sollte, mitzuwirken. Das organisirte Gebäude wurde mit Lebenskraft begabt; mit den Kräften des Mechanismus wurden die des Chemismus in Verbindung gesetzt; und zu diesen mußten noch die bei weitem feineren und mächtigeren Agentien der Wärme und der Electricität hinzutreten. Jedes Hülfsmittel wurde benützt, jede Verfeinerung wurde in Anwendung gebracht, jede nur mögliche Combination erschöpft, welche die Festigkeit dieses künstlichen Gebäudes vermehren und die Fortdauer des Organismus verlängern konnten, mitten unter den unendlich manigfaltigen Einflüssen, die ihn beständig mit Zerstörung bedrohen. Er wurde mit umfassenden Mitteln ausgestattet, um alle die Eingriffe wieder gut zu machen, denen er im gewöhnlichen Laufe der Dinge ausgesetzt ist; er erhielt Schutzmittel gegen den stürmenden Einfluß der ihn umringenden Elemente, er wurde befähigt, auf eine lange Zeit hinaus allen Unbilden der Krankheit und dem Fortschreiten des Alters Widerstand zu leisten.

Aber kann dieß Alles, kann diese rein physische Existenz die einzige, letzte Bestimmung des Lebens seyn? Sollten diese mit so ausgesuchter Feinheit entworfenen, mit so verschwenderischer Güte für die Unterhaltung einer thätigen Existenz ausgestatteten Verrichtungen keinem anderen Zwecke entsprechen, als dem, eine bloße Anhäufung und Verbindung von trägen Materien zu seyn, die sich allein durch eine künstlichere Anordnung ihrer Theile, durch die manigfaltigere Bildung ihrer Structur von den Steinen der Erde unterschiede? Könnte man das Wachsthum eines Thiers zu derselben Klasse von Phänomenen rechnen, wie die Erhärtung eines Kieselsteines, die Crystallisation eines Salzes? — Müssen wir nicht immer mit dem Begriff des thierischen Lebens nothwendig die Fähigkeit zu empfinden in Verbindung bringen? Fühlen wir uns nicht durch innere Ueberzeugung zu dem Glauben gezwungen, daß auch selbst die Bewegungen der Thiere, welche, wie unsere eigenen, auf bestimmte Zwecke gerichtet sind, aus einer eigenmächtigen Thätigkeit ihres Willens entspringen und das Wirken eines intellectuellen Vermögens voraussetzen,

welches in seinem geistigen Grundprincipe dem unsrigen nicht ganz unähnlich ist? — Umsonst ist es, wenn Descartes und seine Nachbeter mit aller Mühe die paradoxe Behauptung unterstützen wollen, die Thiere seyen als bloße Automaten zu betrachten, — seyen nichts Anderes als Stücke eines künstlichen Mechanismus, ohne alle Empfindung weder für angenehme noch für schmerzhafte Eindrücke, unempfänglich für alle jene inneren Affecte, welche unserem Bewußtseyn gemäß in uns selbst vor sich gehen. Ihre Sophisterei wird nicht wohl gegen die klaren, auf der flachen Hand liegenden Beweise unseres Wissens Stand halten können. Für alle Diejenigen, welche sich weigern, jene Grundfähigkeit anzunehmen, welche die Kräfte der Empfindung und willkührlichen Bewegung in sich begreift, muß der erhabene Zweck der thierischen Existenz, das eigentliche Endziel ihrer Schöpfung für immer ein dunkles und undurchdringliches Geheimniß bleiben. Solche Geister müssen auf alles tiefere Erforschen der letzten Ursachen ganz und gar Verzicht leisten, da es für sie nur eine eitle, hoffnungslose Mühe wäre. Aber sicherlich bedarf es keiner mühevollen und künstlichen Gegenbeweise, um ein System über den Haufen zu werfen, welches jeder Analogie geradezu widerspricht, durch welche doch unsere Betrachtungen solcher Gegenstände nothwendig geleitet werden müssen. Keine künstlich zusammengeflickte Logik, kein nach der Schule schmeckendes Kauderwälsch wird auf längere Zeit Stich halten gegen jenes natürliche Gefühl, von welchem wir uns in unserem Verfahren immer leiten lassen müssen, gegen das Gefühl sage ich, daß die Thiere die Fähigkeit haben, wie wir zu empfinden und willkührlich sich zu bewegen, und Kräfte besitzen, welche von einem intellectuellen Wesen ausgehen. —

Die Functionen der Empfindung, Auffassung und willkührlichen Bewegung setzen die Gegenwart einer thierischen Substanz voraus, welche wir auf eine ganz eigenthümliche Weise organisirt finden, und die mit höchst merkwürdigen Eigenschaften ausgestattet ist. Man nennt sie Nervenmarksubstanz. Sie setzt den größten Theil der Gehirnmasse, des Rückenmarks und der Nerven zusammen; Organe, welche man alle zusammengenom-

men, bekanntlich unter dem allgemeinen Ausdruck „Nervensystem“ begreift. — Die Eigenschaften gewisser besonderer Theile dieses Nervenmarks nun, welche im Allgemeinen eine centrale Lage behaupten, sind auf eine ganz unerklärliche Weise in Verbindung gebracht mit besonderen Fähigkeiten, welche Ausflüsse des empfindenden und geistigen Princips sind. Eben dieses Princip können wir uns nicht anders vorstellen als ganz getrennt von der Materie, obschon wir wissen, daß es fähig ist, von den Eindrücken der Materie, wenn sie vermittelst dieser Nervensubstanz wirkt, afficirt zu werden, so wie, daß es die Kraft hat, vermittelst eben desselben Medium, des Nervenmarks, auf die Materie hinwiederum zurückzuwirken. — Für die Wahrheit dieser Annahme gibt es eine reichliche Menge von Beweisgründen. Da aber die Beweise, auf welche sie sich gründen, passender in einem späteren Abschnitte unserer Untersuchung aufgeführt werden können, so wollen wir ihre Betrachtung bis dahin verschieben. Wir wollen jetzt, indem wir von der Annahme ausgehen, daß die oben angeführte innige Verbindung wirklich existirt, zunächst die Natur der verschiedenen Stufen und Elemente des Prozesses untersuchen, dessen Resultate die Empfindung und Wahrnehmung sind.

Wir bezeichnen mit dem Ausdrucke Gehirn jenes primäre und wesentliche Organ der Empfindung, oder das Organ, dessen physische Affectionen unmittelbar von derjenigen Veränderung des Wahrnehmungsvermögens begleitet werden, welche wir Sensation nennen. Wir wollen nun vor Allem den Plan betrachten, welcher befolgt wurde, um dem Gehirn die Fähigkeit zu ertheilen, daß es die Eindrücke von solchen äußeren Objecten aufnehmen könne, zu deren Anschauung jenes empfindende Wesen nach der Absicht des Schöpfers einmal befähigt werden sollte. — Da diese äußeren Objecte auf der ersten Stufe bloß auf diejenigen Organe einen Eindruck machen können, welche an der äußern Oberfläche des Körpers gelagert sind, so ist damit ganz deutlich die Nothwendigkeit gegeben, daß irgend ein Medium aufgestellt werden mußte, das zur Communication zwischen den äußeren Organen und dem Gehirn diente. Ein solches Medium

finden wir in den Nerven; dieſe ſind Stränge von weißer Farbe, zuſammengeſetzt aus Bündeln von Fäden oder Filamenten des Nervenmarks, die von membranöſen Scheiden eingehüllt werden und ohne Unterbrechung von den äußeren Organen bis zu dem Gehirne ſich erſtrecken, in welchem ſie alle endigen. — Es iſt ferner unumgänglich nothwendig, daß die Erkenntniß von dem Daſeyn der Objecte augenblicklich dem Gehirn mitgetheilt werde, denn ſelbſt die kleinſte Verzögerung dieſer Mittheilung würde die ernſthafteſten Uebel, ja ſelbſt verderbliche Folgen nach ſich ziehen. — Das Nervenprincip, wovon wir bereits bei unſerer Betrachtung der Lebensverrichtungen einige Thätigkeitsäußerungen kennen gelernt haben, iſt es nun, welches von der Natur als Agens für dieſen ſo wichtigen Dienſt einer raſchen Mittheilung der äußeren Eindrücke in Anwendung gebracht wurde. Die Schnelligkeit, mit welcher die zur Vermittlung der Empfindung dienenden Nerven die Eindrücke, welche ſie an einem Ende aufnehmen, längs ihres ganzen Verlaufs bis zu ihren Endigungen im Gehirne übertragen, überſteigt alle unſere Begriffe, und kann mit nichts entfernt verglichen werden, als etwa mit der des electriſchen Fluidum, wenn es längs einem leitenden Metalldraht fortgeführt wird.

Es leuchtet von ſelbſt ein, daß deßhalb das Gehirn nothwendiger Weiſe mit einer großen Anzahl jener Nerven ausgeſtattet werden mußte, welche den Dienſt von Leitern für jenes höchſt feine, in Frage ſtehende, Agens verrichten, — ſo wie, daß dieſe Nerven von allen denjenigen Theilen des Körpers ausgehen müſſen, welche mit Senſibilität begabt werden ſollten, und daß ſie nothwendig an ihren entgegengeſetzten Enden in jenem Centralorgane, dem Gehirne, ſich vereinigten. — Von beſonderer Wichtigkeit iſt es, daß die Oberfläche des Körpers insbeſondere alle die Eindrücke mittheilen kann, die ſie von der Berührung mit äußeren Körpern erhalten hat, und daß dieſe Eindrücke die genaueſten Perceptionen des Gefühls hervorbringen. Demgemäß finden wir auch, daß die Hautdecken und alle diejenigen ihrer Theile, welche vorzugsweiſe dazu beſtimmt wurden, die Organe eines beſonders zarten Gefühls abzugeben, äußerſt

reichlich mit Nerven versorgt worden sind. Jeder Nerve jedoch theilt eine Sensation mit, welche von derjenigen eines jeden anderen unterschieden werden kann, so daß die Seele dadurch in Stand gesetzt wird, zwischen denselben zu unterscheiden, und die Sensationen auf ihre respectiven Ausgangspunkte an den verschiedenen Stellen der Körperoberfläche zu beziehen.

Es ist auch zweckmäßig, daß die inneren Organe des Körpers einen gewissen Grad von Sensibilität erhielten; aber es ist besser, daß dieser Grad sehr beschränkt wurde, da der Umstände nur wenige sind, wo das Auftreten der Sensibilität von Nutzen wäre, dagegen diejenigen sehr häufig vorkommen, wo es positive Nachtheile brächte. Deßhalb wurden diese Organe bei weitem sparsamer mit Nerven der Sensation versehen.

Es genügt nicht, daß die das Gefühl vermittelnden Nerven die Perceptionen eines einfachen Drucks oder Widerstands der Körper mittheilen, welche mit den Hautdecken in Berührung kommen. Sie mußten überdieß in Stand gesetzt werden, andere Eigenschaften in jenen Körpern zur Anzeige zu bringen, deren Auffassung für die Seele von Wichtigkeit ist; hieher gehören z. B. Wärme, Kälte. — Ob nun alle diese so verschiedenen Arten von Eindrücken durch ein und eben dieselben Nervenfibern fortgepflanzt werden oder nicht, ist sehr schwierig, ja vielleicht ganz unmöglich zu entscheiden. —

Wenn jene Nerven auf eine Art in Thätigkeit versetzt werden, welche entweder für den unmittelbar berührten Theil oder für das System im Ganzen Gefahr zu bringen droht, so gehört es auch in den Bereich ihrer Verrichtungen, von dem drohenden Uebel warnende Kunde zu geben und das thierische Geschöpf zu solchen Thätigkeitsäußerungen aufzuregen, welche die Gefahr abwenden können. — Dieß wird nun bewerkstelligt durch die Empfindung von Schmerz, welchen bei allen derartigen Gelegenheiten zu erwecken die Nerven beauftragt sind. Sie spielen gleichsam die Rolle von Schildwachen, überall auf den Vorposten aufgestellt, um bei Annäherung der Gefahr das Lärmzeichen zu geben. —

Die Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, muß also als ein

unentbehrlich nothwendiges Glied in die Kette der thierischen Functionen eintreten; denn würde diese Fähigkeit mangeln, so könnte das thierische System nur von sehr kurzer Dauer seyn, da es, wie es nothwendig seyn muß, beständigen Eingriffen jeder Art ausgesetzt ist. Damit alle Versuchung frei bleibe, irgend einen nachtheiligen Schatten zu werfen auf die wohlwollenden Absichten des großen Schöpfers und Urhebers dieses schönen und wundervollen Gebäudes, das so ausdrücklich für mannigfaltige und verlängerte Genüsse eingerichtet ist, wollen wir ja nie aus den Augen verlieren, daß alle die gelegentlichen Leiden, deren das Geschöpf vermöge dieses Gesetzes seiner Organisation ausgesetzt ist, bei weitem überwogen werden durch die Früchte, welche aus der Fähigkeit, angenehme Eindrücke zu empfangen, entspringen, welche Fähigkeit auf eine höchst gütige Weise als Begleiterin der normalen Ausübung der Functionen aufgestellt wurde — Bereitung von Genuß erscheint überall als der vorzüglichste Endzweck, als Regel, als gewöhnlicher und natürlicher Zustand, während der Schmerz bloß unglückliches Ungefähr, bloße Ausnahme oder das nothwendige Mittel ist, bei dem die Absicht immer auf ein entfernteres Gute geht, und welches einem höheren Gesetze der Schöpfung untergeordnet wurde. —

Eine weise und gütige Vorsicht der Natur ist es, daß jeder innere Theil des Körpers mit einer ihm eigenthümlichen Empfänglichkeit für diejenigen Eindrücke begabt worden ist, welche im gewöhnlichen Laufe der Dinge die Tendenz haben, seiner Structur einen Schaden zuzufügen, während er zu gleicher Zeit beinahe, wo nicht ganz unempfindlich gemacht wurde für jene Eindrücke, welche ihm unschädlich sind, oder denen er aller Wahrscheinlichkeit nach nicht ausgesetzt ist. — So sind z. B. Sehnen und Bänder ohne alle Empfindung für viele Eindrücke einer mechanischen Reizung, wohin Schneiden, Stechen, selbst Brennen gehören. In dem Moment aber, wo sie heftig gezerrt werden, (und dieß ist die einzige Art von Verletzung, der sie gewöhnlich ausgesetzt sind,) theilen sie au-

genblicklich das Gefühl eines heftigen Schmerzes mit. —.*) Eben daſſelbe gilt auch von den Knochen, die wohl kaum im geſunden Zuſtande je das Gefühl von Schmerz erregen, ausgenommen bei Einwirkung einer mechaniſchen Gewalt, die ſie zu zerbrechen droht.

Das Syſtem der Nerven, mit Einſchluß derjenigen, welche zur Fortpflanzung der Eindrücke des Gefühls beſtimmt ſind, findet ſich im Allgemeinen über alle Thierklaſſen verbreitet; bei den niederſten Ordnungen der Thiere ſcheinen ſie das einzige Medium der Communication mit der äuſſeren Welt abzugeben. In dem Maaße aber, als wir in der Stufenleiter der Thiere höher hinaufſteigen, ſehen wir auch das Perceptionsvermögen einen mehr und mehr erweiterten Umfang gewinnen und viele Eigenſchaften, die in der chemiſchen Thätigkeit der Körper ihre Quelle haben, werden nun der Senſibilität zugänglich, beſonders vor allen anderen diejenigen, welche den als Nahrung benützten Subſtanzen zukommen. Auf dieſe Art entwickelt ſich der Sinn des Geſchmacks, der als eine neu auftretende und mehr verfeinerte Art von Taſtſinn betrachtet werden kann. Dieſe Verſchiedenheit in der Natur der Eindrücke, welche fortgepflanzt werden ſollen, macht es nothwendig, daß die Structur der Nerven oder wenigſtens derjenigen Theile von ihnen, welche unmittelbar den Eindruck aufnehmen ſollen, je nach der eigenthümlichen Art und Weiſe des Eindruckes modificirt und derſelben angepaßt werde.

Wie ſich die Sphäre der Perception oder des Wahrnehmungsvermögens mehr erweitert, treten auch Verrichtungen auf, um nicht bloß von jenen Objecten, welche wirklich in unmittelbare Berührung mit dem Körper kommen, Eindrücke zu erhalten, ſondern auch von denjenigen, welche in einer gewiſſen Entfernung von ihm ſind, und bei denen es für die Thiere, deren ſucceſſive Begabung mit den ſenſitiven Fähigkeiten wir gerade unterſuchen, von höchſter Wichtigkeit iſt, daß deren Exiſtenz und Eigenthümlichkeiten zu ihrer Kenntniß gelangen. Ganz beſonders nothwendig iſt es, daß das Thier eine ge-

*) Hierbei iſt jedoch zu bemerken, daß die Empfindlichkeit der Sehnen ſelbſt in dieſem Falle noch gar nicht auſſer allen Zweifel geſetzt iſt. Anm. d. Ueb.

nane Kenntniß erlange von der Entfernung, der Lage und den Bewegungen der daſſelbe umgebenden Gegenſtände. Die Natur hat daher für zweckmäßige Vorrichtungen geſorgt, um das Sehen, das Hören und die Perception der Gerüche zu vermitteln; lauter Sinne, welche ausgedehnte Beziehungen zwiſchen dem thieriſchen Körper und der äuſſeren Welt eröffnen, demſelben die Herrſchaft über alle die verſchiedenen Gegenſtände geben, die zur Befriedigung ſeiner Bedürfniſſe erforderlich ſind, oder ihm einen Genuß verſchaffen, und ihn fernerhin von drohenden Gefahren benachrichtigen, ſo lange ſie noch entfernt ſind, und vermieden werden können. Begabt mit dem Vermögen, alle dieſe Perceptionen zu combiniren, betritt nun das Geſchöpf die Laufbahn ſeiner ſenſitiven und intellectuellen Exiſtenz; und obſchon es bald einſehen lernt, daß es mit dem größten Theile ſeiner Empfindungen von den Veränderungen abhängig iſt, welche in der äuſſeren Welt vor ſich gehen, ſo iſt es ſich doch ebenfalls einer inneren Kraft bewußt, vermöge deren es eine gewiſſe Art von Oberherrſchaft über viele dieſer Wechſelfälle ausübt; iſt ſich bewußt, daß es ſeine Glieder nach eigener freier Willkühr in Bewegung ſetzen kann, — Bewegungen, welche von Anfang an und wegen ihres innerſten Weſens den meiſten Thieren einen großen Genuß zu gewähren ſcheinen. —

Solchen Leuten, welche nicht gewöhnt ſind, viel nachzudenken, mag es vorkommen, als ob die Phänomene der Senſation und Perception keiner genaueren Unterſuchung weiter bedürftig wären. Um einen äuſſeren Gegenſtand zu ſehen, mag ihnen nichts weiter nöthig ſcheinen, als bloß die Augen darauf zu richten. Sie meinen, das Sehen dieſer Gegenſtände ſey eine ganz einfache, nothwendige Folge der Bewegung ihrer Augäpfel; ſie denken nicht entfernt an die Möglichkeit, daß irgend ein Ding bei der Verrichtung ihrer Augen etwas Merkwürdiges zeigen könnte, oder daß irgend ein anderes Organ bei dieſem einfachen Acte des Sehens in Betracht komme. — Will eine ſolche Perſon ſich von der Feſtigkeit eines Gegenſtandes innerhalb ihres Bereichs Gewißheit verſchaffen, ſo weiß ſie, daß ſie weiter nichts zu thun hat, als nur ſo ihre Hand auszuſtrecken und zu fühlen, in welchem Grade der Körper dem Drucke widerſteht, den ſie ihm gibt. Auch iſt nicht einmal

eine Anstrengung dieser Art erforderlich, um die Stimmen seiner Gefährten zu hören, oder aus dem Schalle eines herabstürzenden Wassers, welcher in seiner Stärke immer mehr zunimmt, je mehr man in einer gewissen Richtung vorschreitet, zu beurtheilen, daß man einem Wasserfalle immer näher und näher kommt. Und doch — wie vielerlei Wunder begreifen nicht alle diese scheinbar so einfachen Phänomene in sich! Die Wissenschaft hat uns belehrt, daß diese Wahrnehmungen äußerer Gegenstände, weit entfernt so einfach und bei dem ersten Anblick klar zu seyn, blos das Endresultat einer langen Reihe von Operationen sind, hervorgebracht durch Agentien von einer höchst feinen Beschaffenheit, welche nach merkwürdigen und sehr verwickelten Gesetzen auf eine äußerst fein angelegte Organisation wirken, die in unserm Körper ganz eigenthümlich gelagert und mit bewundernswürdiger Kunst dazu eingerichtet ist, die ihr zukommenden Eindrücke aufzunehmen, zu modificiren und sie in einer bestimmten Ordnung unter einander zu verbinden, um sie zuletzt in regelmäßiger Aufeinanderfolge und ohne alle Verwirrung auf den unmittelbaren Sitz der Empfindung selbst überzutragen.

Ueberdieß bildet dieser Proceß, so complicirt er auch erscheinen mag, erst gleichsam die erste Stufe der ganzen Function der Perception. Denn bevor die Seele zu einer bestimmten Kenntniß von dem Daseyn und den eigenthümlichen Eigenschaften der äußeren Objecte, welche zu der Sensation Veranlassung geben, gelangen kann, muß noch eine lange Reihe von Thätigkeiten der Seele selbst vorangehen, müssen viele intellectuelle Operationen ausgeführt werden. Alles dieses geht aber in einer so reißend schnellen Aufeinanderfolge vor sich, daß, wenn wir die Bewegung eines unserer Glieder, welche auf eine Perception hin erfolgt, und welche wir natürlicher Weise als einen Theil einer und derselben Thätigkeit betrachten, vornehmen, das Ganze blos einen einzigen Augenblick einzunehmen scheint. — Bei einer sorgfältigen Analysirung der Erscheinungen jedoch, wie ich in der Folge deutlich zu zeigen suchen werde, finden wir, daß nicht weniger als zwölf unterscheidbare Arten von Veränderungen,

oder, beſſer geſagt, Prozeſſen, wovon mehrere wieder viele Veränderungen in ſich begreifen, immer in regelmäßiger Aufeinanderfolge als Zwiſchenglieder zwiſchen der Einwirkung des äußern Objects auf das Sinnorgan und der willkührlichen Bewegung eines Glieds, welche durch jene erregt wird, auftreten müſſen.

Die äußeren Agentien, welche fähig ſind, die verſchiedenen Theile des Nervenſyſtems zu afficiren, ſo daß ſie eine Senſation hervorbringen, ſind von ſehr verſchiedener Art, und werden von Geſetzen beherrſcht, welche jedem eigenthümlich zukommen. Die Structur der Organe muß demgemäß in jedem beſonderen Falle darnach eingerichtet ſeyn, um die von dieſen Agentien herrührenden Eindrücke aufzufaſſen, ſie muß in genaueſter Uebereinſtimmung mit den phyſicaliſchen Geſetzen, welchen jene gehorchen, immer wieder eine andere ſeyn. So muß die Structur desjenigen Theils des Nervenſyſtems, der die Geſichtseindrücke aufnimmt, und den wir **Retina** (Netzhaut) nennen, der Wirkungsart des Lichts angepaßt ſeyn; und das Auge, durch welches die Lichtſtrahlen erſt dringen müſſen, ehe ſie die Netzhaut erreichen, muß in der genaueſten Uebereinſtimmung mit den Geſetzen der Optik conſtruirt ſeyn. Das Ohr muß auf gleiche Weiſe eine ſolche Bildung haben, um die feinen Eindrücke von den Schwingungen der Luft aufnehmen zu können, welche den Schall hervorbringen. Die Endigungen der Nerven in dieſen, wie in andern Sinnenorganen, ſind in eine zarte häutige Ausbreitung aufgelöſt, welche eine viel weichere und gleichförmigere Textur zeigt, als der übrige Theil der Nerven. Dadurch erhalten ſie die Fähigkeit, von den ihnen angemeſſenen Agentien, und von keinem anderen, Eindrücke aufzunehmen. — Die Verrichtung jedes Sinnennerven iſt ausdrücklich für ihn beſtimmt, und kann von keinem andern Theile des Nervenſyſtems ausgeführt werden. — Dieſe Functionen können nicht wechſelſeitig von andern Theilen übernommen werden, wie es mit manchen anderen im thieriſchen Organismus der Fall iſt. Kein Nerve, außer den Sehnerven, und kein Theil von dieſen Nerven ſelbſt, als gerade blos die Netzhaut, iſt fähig, die Senſation von Licht zu erregen, auch wenn dieſes einen Eindruck auf ihn ausübt. Kein Theil des Nervenſyſtems, als

blos der Gehörnerve kann den Eindruck des Schalles fortleiten; daſſelbe gilt von den übrigen. *)

Faſt in jedem Falle iſt der auf das empfindende Ende des Nerven, welcher für die Senſation fähig iſt, gemachte Eindruck nicht die unmittelbare Wirkung des äußern Körpers, ſondern iſt erſt hervorgebracht durch die Thätigkeit irgend eines dazwiſchen gelegenen Mediums. Immer iſt hier ein Theil des Sinnenorgans eingeſchoben zwiſchen das Object und den Nerven, auf welchen der Eindruck ausgeübt werden ſoll. Niemals iſt es dem Objecte erlaubt, in unmittelbare Berührung mit den Nerven ſelbſt zu kommen; dieß iſt nicht blos der Fall beim Taſtſinn, wo das Organ durch die Oberhaut geſchützt iſt, durch welche hindurch der Eindruck geſchieht, und durch welche der Eindruck in der Art modificirt wird, daß er die gehörige Wirkung auf die untenliegenden Nerven ausüben kann. Dieſelbe Anwendung findet dieſes Geſetz auch auf die Organe des Geſchmacks und Geruchs, deren Nerven nicht allein von einer Haut eingehüllt werden, ſondern auch durch eine ausdrücklich für dieſen Zweck beſtimmte Secretion gegen eine zu heftige Einwirkung Schutz erhalten. Bei den Sinnen des Gehörs und Geſichts ſind dieſe Veränderungen, welche in den zwiſchen die äußeren Eindrücke

*) Die Leichtgläubigkeit des Publikums wurde von Zeit zu Zeit durch Perſonen mißbraucht, welche vorgaben, ſie könnten vermittelſt ihrer Finger ſehen. So machte in Liverpool die bekannte Miß M'Avoy viele Umtriebe lange Zeit hindurch, um eine große Anzahl von Perſonen glauben zu machen, ſie beſitze wirklich dieſe wunderbare Kraft. Eben ſo wenig verdienen alle die vielen Hiſtörchen von Perſonen einigen Glauben, welche unter dem Einfluſſe des thieriſchen Magnetismus Worte hören wollen, die man gegen ihre Magengrube hinrichtet, und die Blätter eines Buches abzuleſen vorgeben, das man auf die Hautdecken über den Magen gelegt hat *).

*) Dieſe auf beſonderen Krankheitsverhältniſſen beruhende Erſcheinung, die oft genug von den glaubwürdigſten Unterſuchern beobachtet wurde, iſt zwar nicht leicht zu erklären, aber wahr, und es iſt nur zu bedauern, daß die Wahrheit der Erſcheinungen des thieriſchen Magnetismus ſo häufig dadurch in Miskredit kommt, weil Gaukler es verſuchen ſie nachzuäffen.

Anmerk. d. Ueberſ.

und die Nerven eingeschobenen Organen vor sich gehen, noch von viel größerer Merkwürdigkeit und Wichtigkeit, und werden späterhin der Gegenstand unserer besonderen Untersuchung seyn. Die Objecte für diese Sinne, wie auch die für den Geruch, liegen in einer gewissen Entfernung, und bringen ihre ersten Eindrücke mit Hülfe irgend eines, außerhalb unsers Körpers gelegenen, Mediums hervor, durch welches hindurch ihre Wirkung sich erstreckt. So ist die Luft das gewöhnliche Medium, durch welches sowohl das Licht, als der Schall, auf unsere Organe fortgepflanzt werden. Daraus erhellt, daß wir, um die ganze Reihe von Phänomenen, welche sich auf die Sensation beziehen, gehörig verstehen zu können, Rücksicht nehmen müssen auf die physicalischen Gesetze, welche die Uebertragung dieser Agention reguliren. — Wir wollen nun diese vermittelnden Processe, wie sie bei jedem Sinne auftreten, einzeln betrachten.

II. Capitel.

Tastsinn.

Bereits früher hatten wir Gelegenheit, die Structur der Hautdecken, oder Integumente, zu betrachten, in so fern sie rein mechanisch der äußeren Oberfläche des Körpers zum Schutze dienen; jetzt aber untersuchen wir sie von einem andern Gesichtspunkte aus, nämlich in ihren Beziehungen zu dem Tastsinn, dessen unmittelbares Organ sie sind. Man wird sich erinnern, daß die Lederhaut (Corium) den Haupttheil der Haut bildet; daß das Oberhäutchen (Cuticula) die äußerste Schichte vorstellt; ferner, daß zwischen ihnen eine dünne Schichte einer eigenthümlichen Substanz bemerkt wird, die man das (Malpighische) Schleimnetz (rete mucosum) nennt. — Die Lederhaut ist zusammengesetzt aus festen und zähen, dicht durcheinandergewobenen Fasern, durch welche

hindurch eine große Menge von Blutgefäßen und Nerven vertheilt ist; besonders ist es aber die äußere Fläche derselben, welche viel gefäßreicher ist, als ein anderer Theil; und ein feines zartes Netzwerk von Blutgefäßen darstellt. Diesen Theil der Haut nennen die Anatomen plexus vasculosus; er ist an jedem Punkte im höchsten Grade empfindlich, woraus wir schließen können, daß dieser Theil die Endigungen aller Nerven enthält, welche zu der Haut gehen, und die man hier mit einem außerordentlichen Grade von Feinheit vertheilt findet.

Wenn man diese äußerste Schichte der Lederhaut mit dem Mikroskope untersucht, so zeigen sich eine große Anzahl kleiner hervorragender Filamente. Malpighi entdeckte zuerst diese Structur an dem Fuße eines Ferkels, und er gab diesen hervorragenden Stellen den Namen Papillen (Hautwärzchen). Wahrscheinlich ist, daß jede dieser Papillen ein besonderes Zweigchen von den zur Vermittelung des Tastsinns bestimmten Nerven erhält, deren äußerste Verzweigungen über ihre Oberfläche ausgebreitet sind. Wir können daher diese Papillen, welche alle zusammengenommen man den Warzenkörper (corpus papillare) nennt, als das vorzüglichste und unmittelbare Organ des Tastsinns ansehen. — Die eben beschriebene Structur ist ganz besonders deutlich an denjenigen Stellen der Haut, welche, vorzugsweise vor andern, jenem Sinne angepaßt, und für ihn bestimmt sind; hierher gehören die Spitzen der Finger, die Zunge, die Lippen. An andern Stellen der Hautoberfläche, welche mit einer weit geringeren Sensibilität ausgestattet sind, kann man die Papillen, selbst mit Hülfe des Mikroskops, kaum sehen.

Die Oberfläche der Lederhaut ist außerordentlich empfindlich gegen alle Reizungen, mögen diese von der Berührung mit fremden Körpern, oder vom Eindrucke der atmosphärischen Luft herrühren. Dieser höchst feine Grad von Sensibilität der Lederhaut würde die Quelle von beständigen Qualen abgeben, wenn sie nicht von dem Oberhäutchen, Cuticula, beschützt wäre, welches weder mit Blutgefäßen, noch mit Nerven versehen ist, und daher jeder Sensibilität gänzlich entbehrt. Aus eben demselben Grunde ist es einer Veränderung nur wenig unterworfen, und ist auf diese

Art in jeder Hinsicht höchst bewundernswürdig in seiner Structur darauf berechnet, dem fein organisirten Corium Schutz zu gewähren.

Obschon die Cuticula keine sichtbaren Spuren von Blutgefäßen zeigt, so darf man sie doch keineswegs als eine todte oder nicht organisirte Substanz ansehen, etwa wie die Schalen der Weichthiere. Daß das Oberhäutchen nichts desto weniger ein Theil des lebendigen Organismus ist, wird durch die Veränderungen bewiesen, welche es häufig, sowohl im normalen, als krankhaften Zustande des Körpers, durchzumachen hat. Es ist einem beständigen, wenn auch langsamen, Wechsel von Zerstörung und Wiederherstellung unterworfen; seine äußerste Oberfläche vertrocknet zu ganz kleinen Schüppchen, und wird so losgestoßen, während sie sich bei einigen Thieren in großen Stücken abschält. Wenn man irgend einen Theil der Haut des Menschen mit einem Messer schabt, so erhält man einen graulichen Staub, der bei genauer Untersuchung aus kleinen Schüppchen besteht.

Durch immer wiederkehrendes Reiben oder Druck auf einen Theil der Haut, erlangt das Oberhäutchen bald eine bedeutende Zunahme an Dicke und Härte; diese ist besonders deutlich an den Fußsohlen, an der inneren Fläche der Hand, sowie an den Fingern derjenigen Personen, welche dieselben besonders zu harten Arbeiten benützen. Jedoch ist diese größere Dicke an den Stellen, welche ihrer Natur nach einem beträchtlichem Drucke ausgesetzt sind, nicht einzig und allein von dem Einflusse der Lebensweise abzuleiten; denn die Oberhaut findet man selbst beim ungeborenen Kinde an den Fußsohlen und der inneren Handfläche viel dicker, als an anderen Stellen der Haut. Dieses Beispiel von sorgender Voraussicht, indem die Structur eines Theiles schon von dessen erster Bildung an den Umständen und Verhältnissen angepaßt wird, welche ihn in einer künftigen Periode erwarten, würde schon für sich allein, stände es auch als einziges Beispiel da, ganz dazu geeignet seyn, unsere Bewunderung zu erregen. Wenn wir aber jede Provinz der thierischen Oekonomie im Einzelnen unserer Betrachtung unterwerfen, so dringen die Beweise von planmäßiger Vorrichtung der Organe, welche dem

Zwecke jedes einzelnen genau angepaßt iſt, ſo vervielfältigt und in ſolcher Fülle vor unſer Auge, daß wir nur zu leicht einzelne Beiſpiele überſehen, wofern ſie nicht ganz beſonders unſerer Aufmerkſamkeit vorgeführt werden. — Wie oft waren wir ſchon Zeuge und haben Nutzen gezogen von der ſchnellen Wiederherſtellung der Oberhaut, wenn ſie durch irgend einen Zufall zerſtört worden war, ohne im mindeſten an die Natur des Prozeſſes zu denken, der dabei vor ſich gehen mußte, — ohne uns daran zu erinnern, daß die Blutgefäße der Haut bei allen dieſen Gelegenheiten die Materialien liefern müſſen, aus denen die neue Oberhaut wieder gebildet werden ſoll, daß dieſer Abſatz von Materialien in dem nothwendigen Verhältniſſe vor ſich gehe, daß gerade auf der Stelle, wo man ſeiner bedarf, richtig abgelagert werden mußte!

Die verſchiedenen Thiere bieten eine auffallende Verſchiedenheit in der Dicke und dem Gewebe ihrer Oberhaut dar, je nach dem Elemente, worin ſie zu leben beſtimmt ſind, und je nach den äußeren Umſtänden überhaupt, worin ſie ſich am allerhäufigſten befinden. — In vielen Fällen iſt die Vorſorge getroffen, die Oberhaut vor den ſchädlichen Einflüſſen zu bewahren, die ihr durch die lang fortgeſetzte Einwirkung der Luft oder des Waſſers drohen; denn ſie iſt ſo eingerichtet, daß ſie ſpröde wird und ſich abſchält, wenn ſie einer ſehr trockenen Atmoſphäre ausgeſetzt iſt, während im Gegentheil die Wirkung des Waſſers immer darin beſteht, ſie allzuweich und ſchwammig zu machen. Um nun die Hautdecken gegen dieſe beiderlei Wirkungen zu ſchützen, wurden ſie an verſchiedenen Stellen ihrer Oberfläche mit einem eigenthümlichen Secretionsapparat verſehen, welcher fette und ſchleimartige Flüſſigkeiten ausſcheidet. Während die öligten Ausſcheidungsſtoffe insbeſondere als Schutzmittel gegen die Einwirkung der atmoſphäriſchen Luft dienen, verrichten die ſchleimigten Flüſſigkeiten denſelben Dienſt gegen die des Waſſers.

Die Bedingungen, von welchen die vollkommene Entwickelung des Taſtſinns abhängt, ſind für's Erſte eine reichliche Ausſtattung mit weichen Papillen, die mit zahlreichen Nerven verſorgt werden; für's Zweite ein gewiſſer Grad von Feinheit der Oberhaut; für's Dritte ein weiches Lager von zelligem Gewebe

unter der Haut; für's Vierte eine harte, Widerstand leistende Grundlage, so wie wir sie in den Nägeln der Finger des Menschen ausgebildet finden, und endlich ist es nothwendig, daß das Organ eine solche Einrichtung bekommen habe, um schnell und genau in den mannigfaltigsten Richtungen auf die ungleiche Oberfläche der Körper aufgelegt werden zu können; denn je inniger die Berührung stattfindet, desto genauer wird auch die Perception seyn. Um den Grad von Vollkommenheit, welcher bei der Ausübung des Tastsinns bei irgend einem einzelnen Thiere stattfindet, genau schätzen zu können, müssen wir, dem Obigen zufolge, die Beweglichkeit, die Fähigkeit zu verschiedenen Beugungen, und die Gestaltung der Theile, welche als Organe des Tastsinns gebraucht werden, in Anschlag bringen.

Wie der Tastsinn der bei weitem wichtigste aller Sinne ist, in so fern durch ihn alle unsere Kenntniß von der materiellen Welt begründet wird, so begründen auch die relativen Stufen seiner Entwickelung einen scharf ausgesprochenen Unterschied in den geistigen Fähigkeiten der verschiedenen Ordnungen von Thieren und haben einen beträchtlichen Einfluß auf die Bestimmung der Stufen, welche wir einer jeden derselben in der Reihe der Thiere anzuweisen haben.

Obschon die Fähigkeit, dunkle Eindrücke von der Berührung mit äußeren Körpern zu empfangen, und Abwechslungen der Temperatur wahr zu nehmen, höchst wahrscheinlich allen Thieren ohne Ausnahme zukommt, so ist doch nur eine kleine Anzahl derselben mit Organen versehen, die ganz besonders dazu eingerichtet sind, die feineren Empfindungen des Tastsinns fortzuleiten *). — Der größte Theil der Körperoberfläche ist bei den mit Schalen versehenen Weichthieren durch diese harte und aller Empfindung beraubte Bedeckung beschützt. Die Hautdecken der Insekten, besonders diejenigen der Coleop-

*) Doch werden auch bei den niedersten Thieren mehr und mehr eigenthümliche, die Tastempfindungen vermittelnde, Vorrichtungen entdeckt, und fortgesetzte Naturforschung wird zuletzt nur wenige, vielleicht keine Geschöpfe mehr übrig lassen, die derselben ganz beraubt wären.

Anm. d. Uebers.

teren (Käfer) sind im Allgemeinen zu hart und starr, als daß sie irgend einen feinern Eindruck von den Körpern aufnehmen könnten, welche mit denselben in Berührung kommen mögen; dieselbe Bemerkung findet auch, sogar mit noch größerer Stärke, ihre Anwendung auf die Krustenthiere (Crustaceen). Die Schuppen der Fische und Reptilien, die festen Schalen der Cheloniер, (Schildkröten), das Gefieder der Vögel, die dichten Panzer der Armadille, die dicken Häute des Rhinoceros und anderer Pachydermen (Dickhäuter) sind schon dem ersten Anblicke nach unverträglich mit dem Gedanken an irgend einen feineren Gefühlseindruck. Jene Fähigkeit für genauere, distinctere Empfindungen mittelst des Tastsinns kann nur Thieren mit weichen und biegsamen Integumenten zukommen; zu ihnen gehören alle die nackten Zoophyten (Pflanzenthiere), Würmer und Weichthiere (Mollusken) unter den niederen Thierclassen, die Schlangen unter den höheren. — Die Biegsamkeit des Körpers oder seiner Glieder ist eine andere höchst wesentliche Bedingung, um eine ausgedehnte und genaue Kenntniß der verschiedenen relativen Lagen eines äußeren Gegenstandes zu verschaffen. Es ist daher ein wesentliches Erforderniß, daß diejenigen Werkzeuge, welche ganz besonders als Organ für den Tastsinn wirken sollen, dieser Eigenschaft theilhaftig geworden sind.

Ueberflüssig scheint es, in eine ganz genaue Beschreibung jener Organe uns hier einzulassen, weil sie bereits früher, dem größten Theile nach, als Werkzeuge, welche die Bewegung oder das Greifen (Prehension) ermitteln, betrachtet worden sind; denn der Tastsinn wird im Allgemeinen von eben denselben Theilen noch besonders ausgeübt, welche auch die letzt genannte Verrichtung haben. So sind z. B. die Tentakeln oder Fangarme der verschiedenen Ordnungen der Polypen, der Actinien und Anneliden Organe, welche eben so wohl zum Greifen, als zum Tasten dienen. Die röhrenförmigen Füße oder Arme der Asterien (Seesterne) und Echiniden (Seeigel) dienen so gut zum Tasten, als sie die Vorwärtsbewegung ihres Körpers vermitteln. — Bei den Insecten und Krustenthieren sind allerdings die Füße

vermöge ihrer gegliederten Structur ganz gut dazu eingerichtet, an die Oberfläche und verschiedenen Seiten der Körper genau angelegt zu werden. Aber sie werden wohl schwerlich je in dieser Absicht gebraucht, da über ihnen die Taster (palpi) angebracht sind, welche nahe beim Munde ihren Sitz haben. Wenn die Insecten gehen, so werden die Palpen unaufhörlich gegen die Fläche angedrückt, auf welcher sie weiterschreiten, als ob diese Organe ganz besonders dazu angewandt würden, ihren Weg zu befühlen. Jedoch unterliegt es kaum einigem Zweifel, daß, bei den meisten Insekten, die vorzüglichsten Werkzeuge zum Tasten die Antennen sind, welche man auch, wegen ihrer wahrscheinlichen Verrichtung, im Englischen Feelers nennt, was ganz mit dem deutschen Ausdruck Fühlhörner übereinkommt.

Einigen Begriff von der außerordentlichen Mannigfaltigkeit in den Formen dieser Antennen bei den Insecten wird man durch die Betrachtung der Abbildung erhalten, welche unter Fig. 227 dargestellt sind, um wenigstens einige der merkwürdigsten deutlich zu machen.

Auf dieser Abbildung stellt A. diejenige Form der Antennen vor, welche man in der Kunstsprache die Antenna capitulo uncinato nennt, und wie sie bei Pausus vorkommt.

B ist die Antenna piloso-verticillata, wie sie sich z. B. bei Psychoda oculata zeigt,

C ist die A. biclavata (z. B. bei Claviger longicornis),

D " " A. triangularis (bei Lophosia),

E " " A. clavata (Masaris),

F " " A. capitulo lamellato (Melolontha mas.),

G " " A. capit. fissile (Aphodius fossor),

H " " A. fusiformis (Zygaena),

I " " A. capitata (Ascalaphus),

K " " A. furcata (Schizocera),

L " " A. bipectinata (Ctenophora),

M " " A. irregularis (Agaon paradoxum),

N " " A. cordata (Diaperis boleti),

O " " A. bipectinata (Bombyx),

P ist die A. palmata (Nepa cinerea),
Q „ „ A. ensiformis (Truxalis),
R „ „ A. setacea (Cerambyx).

Die allgemeine Verbreitung dieser Organe über jede einzelne Species dieser so ausgedehnten Thierclasse, ihre große Biegsamkeit, welche die Folge ihrer gegliederten Structur ist *), ihr unausgesetztes Hin- und Herbewegen, wenn das Insect im Gehen begriffen ist, so wie die beständige Benutzung derselben, um die Oberfläche aller Körper, mit welchen sie in Berührung kommen, zu erforschen, lassen in ihnen deutlich die Werkzeuge eines äußerst zarten Tastsinns erkennen. Organe dieser Art waren aber ganz besonders nöthig für die Insecten, indem die hornartige Beschaffenheit der Integumente bei dem größten Theile dieser Thiere sie unfähig macht, irgend eine deutliche Perception mittelst der Betastung zu erhalten.

Man hat die Hypothese aufgestellt, die Antennen der Insecten seyen die Organe nicht nur für den Tastsinn, sondern auch für andere Sinne. Wenn man ein Insect seiner Antennen beraubt, so bleibt es entweder ruhig ohne alle Bewegung, oder, macht es auch einen Versuch zu gehen oder zu fliegen, so scheint es ganz verwirrt, und macht seine Bewegungen ohne sichtbare Zweckmäßigkeit. — Huber hat die Bemerkung gemacht, daß die Bienen vermöge des Fühlens mit ihren Antennen in Stand gesetzt werden, ihre verschiedenen Arbeiten im Innern ihrer Stöcke auszuführen, wo sie, wie sich von selbst versteht, ohne Beihülfe des Lichts arbeiten müssen. Sie machen von diesen Organen beständigen Gebrauch, während sie ihre Zellen bauen, Honig in ihren Magazinen aufhäufen, sich von dem Daseyn

*) Die Zahl der Segmente, in welche diese Organe abgetheilt sind, ist oft sehr groß. Bei Gryllotalpa (Maulwurfsgrille) beläuft sie sich etwa auf 100 (*Kidd*, Philosoph. transact. for the year 1835, p. 311). Dieses Insect hat, außer den Antennen am Kopfe, noch zwei hintere oder Schwanzantennen, welche nicht gegliedert sind, ausgenommen ganz vorne an ihrem Ursprunge. Diese sind sehr empfindlich, und dienen wahrscheinlich dazu, um dem Thiere Nachricht zu geben, wenn sich irgend etwas Gefahr drohendes von hinten nähert.

der Königinn Gewißheit verschaffen, und die Larven füttern und pflegen. Der nämliche Naturforscher beobachtete auch, daß besonders die Antennen es sind, vermittelst deren sich diese in Gesellschaft lebenden Insecten untereinander ihre Empfindungen und Bedürfnisse mitzutheilen pflegen.

Die mannigfaltige Art und Weise, auf die sich die Ameisen, wenn sie bei ihren Wanderungen zufällig aufeinander treffen, gegenseitig eine die andere mit ihren Antennen berühren, scheint gleichsam eine Art von natürlicher Sprache vorzustellen, welche von der ganzen Zunft verstanden wird. Eine solche Berührung mit den Antennen läßt augenscheinlich eine große Mannigfaltigkeit von Modificationen zu, und scheint ganz dazu geeignet, jede Art von Mittheilung, welche die Insecten Gelegenheit haben untereinander auszutauschen, zu vermitteln. In der That, es müßte als unmöglich erscheinen, daß alle die vielen Individuen, welche diese so äußerst zahlreichen Gesellschaften zusammensetzen, mit Erfolg bei der Ausführung so mannigfaltiger Arbeiten zusammen wirken könnten, welche für das allgemeine Beste ihrer Gemeinde berechnet sind, wofern nicht einige solcher Mittel zur gegenseitigen Communication existirten. Es ist keine Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß der Schall das Medium dieses Wechselverkehrs seyn sollte; denn man hat noch niemals bemerken können, daß diese Insecten einen, wenigstens für uns hörbaren, Ton von sich gegeben hätten. Die Art, wie sie unter einander communiciren, scheint ganz einfach darin zu bestehen, daß sie einander auf verschiedene Weise mit ihren Antennen berühren. Huber's Beobachtungen über diesen Gegenstand sind von ungemeinem Interesse (s. seine „**Recherches sur les moeurs des fourmis indigènes, 1810**“). Derselbe bemerkt, daß das Signal, welches die Annäherung einer Gefahr anzeige, dadurch gegeben werde, daß die Ameise mit ihrem Kopf an das Bruststück jeder Ameise anschlägt, welche ihr auf ihrem Marsche in den Weg kömmt. Jede Ameise, welche diesen Fingerzeig erhält, eilt auf der Stelle davon, und wiederholt dasselbe Signal bei der nächsten besten Ameise, welche ihr begegnet, und auf diese Art pflanzt sich das Lärmzeichen mit er-

Es iſt wahrſcheinlich, daß auch der Fuß von dieſen Thieren als Organ zum Taſten in Anwendung gebracht werden kann.

Bei den Fiſchen treffen wir im Allgemeinen ſehr kärgliche Vorrichtungen für die Anwendung dieſes Sinns; ihre Floſſen brauchen ſie zu keinem andern Zweck, als zur Vorwärtsbewegung. Der Theil ihrer Körperoberfläche, welcher noch das feinſte Gefühl beſitzt, iſt ihre untere oder Bauchſeite, wo die Hautdecken am dünnſten ſind. Jedoch befindet ſich der vorzüglichſte Sitz für den Taſtſinn in ihren Lippen oder am Ende ihrer Schnauze, welcher Theil ſehr reichlich mit Nerven verſehen iſt; vielleicht mögen auch die Cirrhi (Bartfäden), welches kleine wurmförmige Fortſätze ſind, und welche bei einigen Arten an dem Munde angebracht worden, für dieſen Sinn einigen Dienſt leiſten. *)

Die Schlangen ſind vermöge der großen Beweglichkeit ihres Rückgrats im Stande, ſich um Gegenſtände von faſt jeder Geſtalt herumzuwinden, und ſie zu umgreifen, wodurch ſie, wie jene auch beſchaffen ſeyn mögen, eine genaue Kenntniß davon erlangen können. Dieſe Art ihrer Bildung muß außerordentlich günſtig ſeyn, um ganz genaue Taſtempfindungen mitzutheilen. Da, wie wir ſpäter ſehen werden, gerade dieſe Perceptionen es ſind, welche gleichſam als die Baſis für die möglichſt vollkommene Auffaſſung aller greifbaren Eigenſchaften der uns umgebenden Körper betrachtet werden müſſen, ſo darf man wohl annehmen, daß jene Fähigkeit ſehr viel zu der Klugheit beiträgt, welche dieſen Thieren zukommt. Man hat von den Schlangen geſagt, daß ihr ganzer Körper eine Hand ſey, indem er einige Vortheile dieſes Werkzeugs gewähre. Hellmann hat gezeigt, daß die zarte zweigablige Zunge dieſer Thiere als

*) Dieſe Art von Tentakeln ſind wegen ihrer Länge beſonders merkwürdig bei Lophius piscatorius (Seeteufel oder Froſchfiſch, auf Engl. Angler); man erzählt von ihnen, daß ſie dieſelben beim Fiſchfangen als eine Art Lockſpeiſe für andere Fiſche benützen, indem ſie, im Hinterhalt lauernd, dieſelben wegen ihrer Aehnlichkeit mit Würmern herbeilocken. Eben dieſe Bartfäden werden bei Silurus glanis (eine Art Stör), durch einen beſonderen Muskelapparat bewegt.

Organ für den Tastsinn benützt wird. (Blumenbach führt dieses an).

Aus dem nämlichen Grunde müssen wir bei denjenigen Arten von Eidechsen, welche vermöge der Structur ihrer Füße im Stande sind, sich an den Zweigen der Bäume festzuklammern, (wohin z. B. die Gecko's und Chamäleon's gehören), und deren Schwänze sogenannte Greifschwänze sind, voraussetzen, daß der Tastsinn bei ihnen in einem höheren Grade von Vollkommenheit entwickelt ist, als bei anderen eidechsenartigen Reptilien, welche jener Vorzüge nicht theilhaftig geworden sind. — Die Zehen der Vögel sind auch ganz gut dazu berechnet, den Dienst von Tastorganen zu versehen, wegen der verschiedenen Zahl ihrer Articulationen und ihrer verschiedenen Richtung, so wie wegen der Papillen, wovon die sie überkleidende Haut eine reichliche Menge besitzt, besonders da dieselben mit einer reichlichen Anzahl von Nerven versehen sind. Solche Vögel, welche ihre Füße zugleich als Werkzeug zum Greifen benützen, wie z. B. die Papageien, genießen ohne Zweifel einer noch weit höheren Entwickelung dieses Sinnes. Die Haut, welche den Schnabel der Wasservögel überkleidet, ist mit sehr starken Nerven versehen, und muß demgemäß einen hohen Grad von Empfindlichkeit besitzen. Vermöge dieser Einrichtung sind sie im Stande, ihre Nahrung aufzufinden, welche im Schlamm verborgen ist, indem sie von dem Tastsinn, welcher in jenem Organe seinen Sitz hat, Gebrauch machen. Eine ganz ähnliche Vorrichtung, welche daher wahrscheinlich zu einem ähnlichen Zwecke dient, findet sich beim Ornithorhynchus (Schnabelthier).

Unter den Säugethieren finden wir den Sitz des Tastsinns sehr häufig auf die Lippen und auf das Ende der äußeren Nasenöffnungen übertragen, auch finden wir bei vielen derselben die Nase sehr verlängert und beweglich, augenscheinlich zu diesem Zwecke. Dies ist der Fall bei der Spitzmaus und beim Maulwurf, welche zu den in der Erde wühlenden Thieren gehören, aber in einem viel ausgezeichneteren Grade bei den Pachydermen (Dickhäutern), welchen auf den das Gesicht umgebenden Theilen ein höherer Grad von Sensibilität ertheilt worden zu seyn scheint,

als einiger Ersatz für die sonst überall verbreitete Stumpfheit des Gefühls, welche in Folge der großen Dicke der den übrigen Körper bedeckenden Haut entsteht. So hat das Rhinoceros einen weichen hackenförmigen Fortsatz an seiner Oberlippe, welcher immer feucht erhalten wird, um seine für ein Tastorgan nothwendige Empfindlichkeit zu bewahren. Auch beim Schweine ist das Ende der Nase zum Fühlen eingerichtet, obschon sie bei ihm für die Unterscheidung der Form eines Gegenstandes nicht eben so gut berechnet ist, als wo die Nase in der Form eines Rüssels verlängert ist, wie es beim Tapir und in einem noch viel höheren Grade bei dem so bewundernswürdig eingerichteten Rüssel des Elephanten der Fall ist; dieses Organ, welches sowohl zum Greifen als zum Tasten bestimmt ist, nähert sich am allermeisten der so vollkommenen Structur der menschlichen Hand.

Der Löwe, der Tiger, die Katze und andere zum Katzengeschlecht gehörigen Thiere sind mit Barthaaren versehen, welche an ihren Wurzeln einen ausgezeichneten Grad von Sensibilität besitzen müssen, da sie sehr reichlich mit Nerven versehen sind. Das Nämliche ist der Fall bei den Barthaaren der Seehunde.

Die Greifschwänze der amerikanischen Affen sind ohne Zweifel dazu geeignet, genaue Eindrücke des Gefühls mitzutheilen, eben so gut als die Füße und Hände; man kann dieses aus der bedeutenden Größe der Hautpapillen, sowie aus der Dünnheit der Oberhaut an diesen Theilen schließen.

Der Tastsinn erreicht den höchsten Grad von Vollkommenheit in der Hand des Menschen, in welcher er mit dem vollkommensten aller Werkzeuge zum Greifen vereinigt ist. Da jedoch die Einrichtung so wie die Functionen dieses Organs den ausschließlichen Gegenstand einer anderen dieser Abhandlungen bilden, so will ich mich aller weitern, auf dieselben bezüglichen, Anmerkungen enthalten.

III. Capitel.

Geschmack.

Die Sinne des Geschmacks und des Geruchs haben die Bestimmung, solche Eindrücke aufzunehmen, welche aus den chemischen Eigenschaften der Körper hervorgehen, und zwar jener für die im tropfbarflüssigen, der letztere für die im gasförmigen Zustande. Bellini hat zwar die sonderbare Behauptung aufgestellt, die verschiedenen Geschmackseindrücke der salzigen Körper rührten blos von der besondern Gattung ihrer crystallinischen Theile her. Aber es ist nur zu verwundern, wie Dumas es der Mühe werth halten konnte, diese höchst ungereimte Hypothese in einer mühseligen Widerlegung ernsthaft zu bestreiten.

Es läßt sich eine auffallende Aehnlichkeit zwischen den Sensationen nicht verkennen, welche in diesen beiden Sinnen ihre Quelle haben. Das Organ für den Geschmack ist die Oberfläche der Zunge; die sie bedeckende Haut wird mit einer verhältnißmäßig großen Menge von Blutgefäßen und Nerven versehen. Der sogenannte plexus vasculosus (vergl. oben S. 11) welcher das eigentliche Corium unmittelbar bedeckt, ist hier sehr deutlich, und bildet eine besondere Schichte, durch welche eine große Anzahl von Papillen (Hautwärzchen) hindurchdringen, und auf der oberen Fläche, wie etwa die Haare des Sammet hervorragen; sie sind an ihrer Oberfläche mit einer dünnen Oberhaut überzogen. Am vordersten Theile der Zunge des Menschen sind diese Papillen selbst dem blosen Auge sichtbar; besonders bemerklich ist dieß bei gewissen krankhaften Zuständen dieses Organs. Dieß ist in einem ausgezeichneten Grade der Fall beim Scharlachfieber; in den ersten Stadien dieser Krankheit sind die Papillen sehr verlängert, von glänzend rother Farbe, welche von den kleinsten Blutgefäßen in ihnen herrührt, die vom Blut stark ausgedehnt sind. Wie die Fieberhitze sich legt, fallen die Spitzen der Pa-

pillen zusammen, und nehmen eine bräunliche Farbe an, wodurch sie das Aussehen bedingen, welches man erdbeerartige Zunge (strawberry tongue) nennt. — Die Papillen der Zunge sind von verschiedener Art; doch sind es blos die kegelförmig gestalteten, welche der Sitz der Geschmackseindrücke sind. Wenn man diese Papillen mit einer Flüssigkeit berührt, welche einen starken Geschmack hat, wie z. B. mit Essig, den man vermittelst eines Kameelhaarpinsels aufträgt, so wird man bald sehen, wie sie sich durch die kräftige Einwirkung dieses Reizmittels verlängern; eine Wirkung, welche wahrscheinlich die Perception des Geschmacks immer begleitet.

Der eigentliche Nutzen und Zweck dieses Sinnes, dessen Organ am Eingange in den Canal der Verdauungswerkzeuge liegt, ist augenscheinlich der, die Thiere in der Wahl ihrer Nahrung zu leiten, und sie vor der Einführung einer schädlichen Substanz in den Magen zu warnen *). Was freilich den Menschen betrifft, so wurde dieser heilsame Zweck bei dem gegenwärtigen Zustande der Cultur durch viele künstlich bereitete Geschmackseindrücke so ziemlich außer Wirkung gesetzt, indem dadurch diejenigen, welche uns die Natur ursprünglich bestimmt hatte, unterdrückt wurden. Aber bei den niedriger gestellten Thieren hat er immer noch seine ursprüngliche Verrichtung beibehalten, und ist ein Sinn von höchster Wichtigkeit für die Erhaltung und Wohlfahrt des Individuum, insofern seine Wirkung mit denen der natürlichen Instincte zusammenfällt. — Wenn man auch, wie man uns oft erzählt, bei den in einem wilden Zustande lebenden Menschen diese Instincte immer noch antreffen mag, so werden sie doch durch den Einfluß der Civilisation sehr bald geschwächt oder gänzlich ausgelöscht.

Bei allen niederer stehenden Classen der Wirbelthiere, besonders bei den Fischen, Reptilien, selbst bei den Vögeln **), ist

*) Doch ist zu bemerken, daß dieses noch in einem weit höheren Grade das Geschäft der Geruchsorgane ist. Anm. d. Uebers.

**) Wovon jedoch die Papageien eine Ausnahme zu machen scheinen. Anm. d. Uebers.

wohl schwerlich die Zunge je in der Absicht construirt, die feineren Eindrücke des Geschmacks aufzunehmen; denn bei diesen Thieren ist sie durchgängig mit einer dicken, öfters selbst hornartigen Oberhaut überzogen, und überdieß ist es wahrscheinlich, daß sie wohl nie während des Kauens gebraucht wird. Das nämliche ist der Fall bei denjenigen Quadrupeden, welche ihr Futter ganz verschlingen, ohne es vorher zu kauen, und von welchen demgemäß nicht vermuthet werden kann, daß sie einen sehr entwickelten Geschmackssinn besitzen.

Bei Insekten, welche mit einer Zunge oder einem Rüssel versehen sind, könnte man vermuthen, daß sie der Geschmackseindrücke vermittelst dieser Organe theilhaftig würden. Aber viele Insecten besitzen außer diesen Organen noch ein Paar kurze Fühlhörner, welche hinter den eigentlichen Antennen angebracht sind. Da man nun die Beobachtung gemacht hat, daß diese Organe, während das Insect seine Nahrung zu sich nimmt, in unaufhörlicher Bewegung sind, und beständig dazu benützt werden, die Nahrung zu befühlen und zu untersuchen, ehe dieselbe in den Mund eingeführt wird, so haben mehrere Entomologen daraus den Schluß gezogen, sie seyen die für den Geschmack bestimmten Organe. — Jedoch dürfen wir nicht aus den Augen verlieren, daß wir in diesem wie in jedem anderen Falle, wo wir unsere Untersuchungen auf Geschöpfe von so winzigen Dimensionen ausdehnen, welche überdieß in der Stufenleiter des sensitiven Lebens eine von der unsrigen so weit abstehende Stellung einnehmen, in Regionen uns verlieren, wo das einzige Licht, welches unsern Weg erhellen kann, von vagen und der Phantasie entsprossenen Analogieen entlehnt werden muß, wenn es nicht gar das phantastische Kind einer allzulebhaften und trügerischen Einbildungskraft ist.

IV. Capitel.

Geruch.

Da das thierische Leben in eben demselben Grade von der unschädlichen Beschaffenheit der eingeathmeten Luft, als von der der eingenommenen Nahrung abhängig ist, so wurden Sinne geschaffen, welche dazu bestimmt sind, die Natur der ersteren so gut als die der letzteren zu untersuchen und zu erkennen. Wie die Organe des Geschmacks am Eingange in den Canal der Verdauungsorgane angebracht sind, so nehmen die des Geruchs ihre Stelle am Anfange der Respirationsorgane für gewöhnlich ein, woselbst ein besonderer Nerve, der sogenannte Olfactorius oder Riechnerve, ausgebreitet ist, der sich ganz zu diesem Dienste eignet.

Der Geruchssinn ist im Allgemeinen bei den niedriger stehenden Thieren von viel höherer Wichtigkeit, als der des Geschmacks, und die Sphäre seiner Perceptionen ist bei ihnen bei weitem mehr ausgedehnt, als beim Menschen. Die Agentien, welche die Empfindung des Geruchs hervorbringen, sind gewisse Effluvien, Ausdünstungen, oder Theilchen von außerordentlicher Feinheit, welche sehr rasch über eine große Strecke in der atmosphärischen Luft sich ausbreiten. Außerordentlich schwierig ist es zu begreifen, wie eine so unglaublich verdünnte und feine Materie, wie diejenige ist, welche die riechbaren Ausdünstungen bildet, die Kraft erhalten konnte, irgend einen wahrnehmbaren Eindruck auf die thierischen Organe auszuüben; denn die Feinheit derselben ist so außerordentlich, daß sie alle menschlichen Begriffe übersteigt. — Die reichlichsten Exhalationen einer großen Menge von starkriechenden Substanzen, z. B. von Moschus, Baldrian, Asa foetida, können viele Jahre lang unausgesetzt ausgehaucht werden; ohne daß man an der Materie, welche diese Gerüche ausstößt, den geringsten Gewichtsverlust

bemerken könnte. Es ist eine bekannte Sache, daß, wenn man ein ganz kleines Stückchen Moschus nur wenige Stunden in einem goldenen Büchschen verschließt, und dasselbe wiederum herausnimmt, dieses Büchschen, mag man es auch mit Seife und Wasser so sorgfältig reinigen als man will, den Geruch nach Moschus noch viele Jahre behalten wird; und doch kann man auch mit der feinsten Wage nicht die geringste Zunahme seines Gewichts in Folge dieser Imprägnation entdecken. Die Naturphilosophie kann uns in der That keine schlagenderen Beweise von der staunenswürdigen, ja unbegreiflichen Theilbarkeit der Materie beibringen, als diese auf die riechbaren Effluvien sich beziehenden Thatsachen.

Es hat fast den Anschein, als ob die Mehrzahl der thierischen und vegetabilischen Körper unausgesetzt diese feinen Effluvien ausdünsteten, welche uns mitzutheilen unsere eigenen Organe zwar nicht fein genug sind, außer wenn jene sich in einem sehr concentrirten Zustande befinden, die aber von den niedriger stehenden Geschöpfen sehr gut empfunden und unterschieden werden können, wie wir wenigstens aus ihrem Benehmen folgern dürfen. — Bekannt ist, daß ein Hund seinem Herrn blos vermöge des Geruchs mitten durch die Gänge und Windungen einer von Menschen wimmelnden Stadt folgen kann, indem er seine Spur unter vielen tausend andern ganz genau zu unterscheiden im Stande ist.

Der Nutzen des Geruchsinns beschränkt sich jedoch keineswegs darauf, das Einathmen schädlicher Gasarten zu verhindern, denn er ist auch ein sehr mächtiger Bundesgenosse des Geschmacksinns, welcher für sich allein und ohne Beihülfe des Geruchs nur sehr unbestimmt in seinen Mittheilungen, und in seinem Wirkungskreise äußerst beschränkt seyn würde. Wie groß die Ausbildung und Feinheit des Geruchsinns beim Menschen gewesen seyn mögen, so lange er sich noch im wilden Zustande befand, dieß genau zu bestimmen, fehlen uns alle Mittel. Aber das ist gewiß, daß bei dem gegenwärtigen mehr gekünstelten Zustande des Menschengeschlechts, welcher aus der Civilisation, und der zur Gewohnheit gewordenen vorzugsweisen Ausbildung

anderer Erkenntnißquellen hervorgieng, auch das dringende Bedürfniß, Gerüche zu percipiren, nicht mehr da ist, und vielleicht mag deshalb unsere Empfindlichkeit für Gerüche in demselben Verhältnisse sich vermindert haben. — Sowohl Sömmerring als Blumenbach versichern, daß das Geruchsorgan bei den Europäern, sowie bei andern cultivirten Raçen des Menschengeschlechts, viel kleiner ist, als bei jenen Volksstämmen Africa's oder Amerika's, welche sich nur wenig über den wilden Zustand erhoben haben *). So viel ist ganz gewiß, daß es beim Menschen in viel geringerem Grade entwickelt ist, als bei den meisten anderen vierfüßigen Thieren. Ganz besonders nützlich ist dies für die Ordnung der Carnivoren oder fleischfressenden Thiere, indem diese dadurch in Stand gesetzt werden, die ihnen von der Natur zur Nahrung bestimmte Beute schon in großer Entfernung zu wittern.

Bei allen auf der Erde wohnenden Wirbelthieren wird die Nasenhöhle durch eine senkrecht herabsteigende Scheidewand in zwei Hälften abgetheilt; und ihre innere Oberfläche ist in ihrem ganzen Umfang von einer weichen Membran ausgekleidet, welche man die Schneider'sche Membran nennt**). Diesen Namen erhielt sie zu Ehren Schneider's, welcher der erste Anatom war, der eine genaue Beschreibung dieser Membran gegeben hat. Sie wird beständig im feuchten Zustande erhalten, ist mit sehr zahlreichen Blutgefäßen versehen, und auf ihr verbreiten sich die letzten Verzweigungen der zum Riechen bestimmten Nerven. Bei den fleischfressenden Quadrupeden ist der Reichthum dieser Nerven verhältnißmäßig viel größer, als bei denjenigen, welche sich von vegetabilischen Substanzen nähren. Bei den vierfüßigen Thieren sowohl, als beim Menschen, sind die Riechnerven in ihrem Verlaufe zu dem Gehirne nicht in einem einzigen Stamm vereinigt, sondern sie bilden eine große Anzahl von einzelnen Nervenfäden, welche getrennt von einander durch viele kleine Oeffnungen in

*) Diese haben auch eher die Fähigkeit, die Nasenlöcher willkührlich zu erweitern. Anm. d. Uebers.

**) Die übrigens nichts weiter, als eine Schleimhaut ist. Anm. d. Uebers.

einer knöchernen Platte (am os ethmoideum, oder Siebbein) dringen, ehe sie sich in die Schädelhöhle senken, um sich mit dem Theile der Gehirnsubstanz zu verbinden, mit welchem sie an ihrem letzten Centralende zusammenschmelzen *).

Die Oberfläche der Membran, welche die Eindrücke der, einen Geruch verbreitenden, Effluvien aufnehmen soll, wird dadurch bedeutend vergrößert, daß mehrere dünne Platten von Knochensubstanz angebracht worden sind, welche in die Nasenhöhlen hereinragen, und die Nasenmuscheln (wegen ihrer gekrümmten Gestalt) genannt werden. — Man sieht diese muschelartigen Körper bei T T in Fig. 382 abgebildet, wie sie bei einem senkrechten und longitudinalen Durchschnitt der menschlichen Nasenhöhle erscheinen. Man erblickt sie hier von der sogenannten Schneider'schen Haut überkleidet. — O stellt den Riechnerven dar, und seine Zweige, wie sie durch die dünne Siebbeinplatte (lamina cribrosa) des os ethmoideum dringen, um sich dann auf der Schneider'schen Membran auszubreiten. Man erblickt auch mehrere Höhlen, welche sich in die Nasenhöhlen öffnen; S ist die große Höhle des Keilbeins (sinus sphenoidalis), F die Höhle des Stirnbeins (sinus frontalis), und bei C erblickt man eine der Zellen des Siebbeins. N ist das Nasenbein, P das Gaumenbein, E die äußere Oeffnung der Eustachischen Trompete, welche in das Innere des Gehörorgans führt.

Die Nasenmuscheln sind ganz merkwürdig gefaltet, und öfters in einer spiralförmigen Gestalt aufgerollt, so daß man die Absicht deutlich erkennt, in dem so beschränkten Raume der Nasenhöhle eine so viel als möglich ausgedehnte Oberfläche zu erhalten. — Diese kreisel- oder spiralförmige Beschaffenheit ist für die Nasenmuscheln der pflanzenfressenden Quadrupeden ganz besonders charakteristisch. Bei dem Pferde zum Beispiel haben die Nasenmuscheln einen sehr großen Durchmesser, und erstrecken

*) Hier ist noch zu bemerken, daß nicht allein die eigentlichen Riechnerven, sondern auch mehrere andere sogenannte Hülfsnerven beim Riechen wesentliche Dienste leisten. Anm. d. Uebers.

sich durch die ganze Länge der verlängerten Nasenhöhle. Ihre Structur ist außerordentlich verwickelt, denn während sie dem äußeren Ansehen nach im Allgemeinen die Gestalt einer länglichen spiralförmigen Muschelschale ziemlich beibehalten, sind sie in der ganzen Ausdehnung ihrer nach innen gewandten Fläche von unzähligen kleinen Löcherchen durchbohrt, durch welche die Schneider'sche Membran, begleitet von den feinen Zweigchen der Nerven, frei von einer Seite zur andern hinübergeht. Die Höhlungen, welche durch die Windungen der Muschel entstehen, sind wieder durch andere, aber nicht durchlöcherte, Scheidewände von außerordentlicher Dünnheit vielfach abgetheilt; sie haben den doppelten Zweck, theils die Wölbung der Knochenplatte tragen zu helfen, theils eine noch größere Oberfläche für die Ausbreitung der zum Riechen bestimmten Membran darzubieten. Bei dem Schaafe, der Ziege, dem Hirsche ist die Structur der so eben beschriebenen sehr ähnlich, aber die Windungen sind doppelt, indem sie durch eine zwischenliegende Scheidewand getheilt werden, so daß sie bei einem Querdurchschnitt dem Capital einer jonischen Säule sehr ähnlich sehen *).

Bei den fleischfressenden Quadrupeden ist die Structur der knöchernen Theile noch viel verwickelter, indem sie darauf berechnet sind, für die Vertheilung der Riechnerven eine noch viel ausgedehntere Oberfläche zu verschaffen. Beim Seehunde hat diese Bildung den höchsten Grad ihrer Entwickelung erreicht, denn die knöchernen Platten sind hier nicht in einem Spirale gekrümmt, sondern ästig vertheilt. Acht und mehr Aeste entsprin-

*) Bei einer Art Antilope, welche Mr. Hodgson beschrieben hat, liegen unmittebar hinter den eigentlichen Nasenhöhlen andere eigenthümliche Höhlungen, welche mit jenen zusammenhängen. Man vermuthet, daß diese accessorischen Nasenhöhlen dadurch diesem so außerordentlich flüchtigen Thiere von Nutzen seyn möchten, daß sie ihm das Athmen erleichtern, während es mit der größten Schnelligkeit dahin eilt. Denn durch die Ausdehnung der Nasenhöhlen werden auch diese hinteren Höhlungen geöffnet, deren Seiten dann, weil sie elastisch sind, erweitert bleiben. (Siehe das Journal of the Asiatic Society, Febr. 1832, pag. 59).

gen aus einem großen Stamme, und jeder dieser Aeste spaltet sich nachher wieder und wieder in immer kleinere Zweigchen, bis diese einen außerordentlichen Grad von Feinheit erreichen, so daß sie im Ganzen viele hundert Plättchen bilden. Die Schneider'sche Membran, sammt allen auf ihr sich verbreitenden Nerven, bildet einen dicht anliegenden Ueberzug über jedes einzelne dieser ungeheuern Masse von Plättchen, so wie auch über den großen Hauptstamm und über die innere Oberfläche der benachbarten Höhlen, so daß die Ausbreitung dieser Membran in jeder einzelnen Nasenhöhle zum wenigsten hundert und zwanzig Quadratzoll betragen muß! — Ein Organ von so außerordentlicher Empfindlichkeit machte irgend eine außergewöhnliche Vorrichtung nöthig, um es gegen äußere schädliche Eindrücke zu bewahren, durch die Fähigkeit, schädliche Dünste willkührlich auszuschließen. Die Natur hat es daher mit einem besondern Mechanismus zu diesem Zweck versehen, indem sie diesem Geschöpfe die Kraft verlieh, die Oeffnung der Nasenhöhle nach freier Willkühr zu schließen.

Das Schwein, welches im natürlichen, freien Zustande ganz allein von vegetabilischer Nahrung lebt, hat in der äußern Gestaltung und relativen Größe seiner Nasenmuscheln viele Aehnlichkeit mit den pflanzenfressenden Thieren; sie sind jedoch in ihrer Structur um ein Gutes einfacher, in so fern sie aus einzelnen und nur leicht gewundenen Knochenplatten bestehen, ohne weitere Abtheilungen oder Durchlöcherungen. In dieser Hinsicht nähern sie sich der Structur, wie sie sich beim Menschen findet, welche jedoch noch weniger complicirt ist, und eine größere Verwandtschaft mit den Thieren zu erkennen gibt, welche sich von Pflanzenstoffen nähren, als mit den Fleischfressern. Der Mensch kann in der That die vegetabilischen Gerüche viel besser unterscheiden, als diejenigen, welche von animalischen Substanzen ausgehaucht werden, während man gerade das Gegentheil bei denjenigen Quadrupeden beobachtet, welche vermöge ihrer Lebensweise entschieden fleischfressend sind.

Ein Hund zum Beispiel ist ganz unempfindlich für die Gerüche einer Rose oder eines Veilchens, und wahrscheinlich weil

er daraus kein besonderes Vergnügen zu schöpfen weiß, ist er nicht im Stande, den einen Geruch von dem andern zu unterscheiden. — Die vom Raube lebenden Thiere bedürfen, wie Sir B. Harwood bemerkt, sowohl größere Riechnerven, als auch eine ausgedehntere Oberfläche für die Ausbreitung dieser Nerven, als wie die Pflanzenfresser. Die Nahrung der letzteren ist im Allgemeinen näher bei der Hand, und da sie weiter nichts zu thun haben, als die ihnen zuträglichen Pflanzen von den schädlichen zu unterscheiden, so mußten ihre Geruchsorgane dem Zwecke gemäß eingerichtet seyn, die Ausdünstungen der riechenden Substanzen unmittelbar, wie sie sich erheben, aufzufassen. Jene Raubthiere dagegen finden sich oft in der Nothwendigkeit, die Schlupfwinkel ihrer Beute in beträchtlicher Entfernung auszuwittern, und sie sind demgemäß mit viel größerer Empfindlichkeit begabt für die schwachen Eindrücke der Partikelchen, welche weit in dem sie umgebenden Medium herum verbreitet sind, oder nur leicht den Körpern anhängen, mit welchen der Gegenstand ihrer Verfolgung zufällig in Berührung gekommen ist.

Die zum Geruchsorgan gehörigen knöchernen Theile der Vögel sind so ziemlich nach dem Modell der spiralförmigen Knochenplatten, wie wir sie bei den pflanzenfressenden Quadrukennen gelernt haben, gebaut, und zeigen bei den verschiedenen Arten nur wenig Abwechslung. Fig. 386 macht ihre Beschaffenheit beim Truthahne deutlich. — Die Riechnerven der Raubvögel übertreffen diejenigen der samenfressenden Vögel bei weitem an Größe. Bei den letzteren sind diese Nerven in der That außerordentlich klein, und weil die gewöhnliche Nahrung der zu dieser Ordnung gehörenden Vögel nur wenig Geruch von sich giebt, so finden wir, daß sie äußerst leicht durch jedes Ding sich betrügen lassen, das einige Aehnlichkeit mit jener hat. Sir Busik Harwood erzählt die Beobachtung, daß mehrere Stücke Hausgeflügel, welche gewöhnlich mit einer Mischung von Gerstenmehl und Wasser gefüttert wurden, durch Verwechslung fast den ganzen Inhalt eines mit einer weißen Farbe (Bleiweiß) gefüllten Gefäßes ausfraßen. Zwei dieser Thiere starben, und zwei andere wurden ganz gelähmt. Die Kröpfe der letzteren wurden

geöffnet, und man nahm aus jedem über ein Pfund der giftigen Mischung heraus. Die Kröpfe schienen, entweder von Natur, oder wegen der schmerzenstillenden Wirkung dieser Farbe, so wenig Empfindlichkeit zu haben, daß, nachdem die Wunden wieder zusammengenäht worden waren, beide Thiere sich vollkommen erholten.

Bei der Ente sind die Riechnerven merkwürdig, sowohl wegen ihrer Größe, als auch wegen der besondern Art ihrer Vertheilung. Man sieht sie abgebildet auf Fig. 387, wie sie (O) in zwei große Aeste getheilt durch die Augenhöhle hindurchgehen; der eine Ast liegt weiter oben (U), der andere mehr unten (L), und ihre Verzweigungen breiten sich sowohl über die äußere als die innere Fläche der Oberkiefer aus. — Um das äußerst empfindliche Ende des Schnabels gegen die schädlichen Einflüsse eines harten Körpers zu beschützen, ist auf demselben ein hornigter Fortsatz angefügt, welcher sowohl seiner Form, als seiner Bestimmung nach, mit dem Nagel eines Menschen große Aehnlichkeit hat; seine Ränder sind durch schmale Streifen von derselben hornigten Substanz beschützt. Sie nehmen zuerst und schwächer die äußeren Eindrücke auf, und warnen das Thier bei herannahender Gefahr. Ist aber nichts Gefährliches an dem vorliegenden Stoffe zu befürchten, so wird dieser sogleich der unmittelbaren Erforschung der Nerven selbst unterworfen, und wird dann verschlungen oder verworfen, je nach Belieben. *)

Man hatte bisher allgemein angenommen, daß die geierartigen und andere Raubvögel mit einem höchst feinen Geruchsinn ausgestattet seyen, so wie, daß jene Thiere, vermöge dieses Sinns das Aas der gestorbenen Thiere aus einer sehr weiten Entfernung zu entdecken im Stande seyen. — Durch die Beobachtungen des Herrn Audubon scheint aber jetzt zur Genüge nachgewiesen worden zu seyn, daß der Geruchsinn in der That bei jenen Vögeln in einem weit geringeren Grad von Vollkommenheit entwickelt ist, als bei den fleischfressenden Quadrupeden.

*) Dies sind die Mittheilungen, welche von Sir Busick Harwood in seinem „System of Comparative Anatomy and Physiology pag. 26“ über diesen Gegenstand gegeben worden sind.

Weit entfernt, dieſelbe von ferner Weite her ihrer Beute zuzuführen, giebt er ihnen nicht einmal eine Anzeige von deren Anweſenheit, wenn ſie ganz nahe bei der Hand iſt. — Die Verſuche, welche wir jetzt mittheilen wollen, ſcheinen dieſen Gegenſtand vollkommen zur Entſcheidung zu bringen. — Nachdem ſich Hr. Audubon das Fell eines Hirſches verſchafft hatte, ſtopfte er daſſelbe mit Heu aus; nachdem nun das Ganze vollkommen hart und trocken geworden war, brachte er es mitten auf ein offenes Feld, und legte daſſelbe ſo auf den Rücken, daß es ganz die Stellung eines todten Thiers bekam. Kaum waren einige Minuten verfloſſen, ſo erblickte er einen Geier, der dieſer Gegend zuflog, und ſich in der Nähe des ausgeſtopften Hirſches niederließ. Ohne im mindeſten den ihm geſpielten Betrug zu merken, machte ſich der Geier augenblicklich daran, denſelben wie gewöhnlich an den verwundbarſten Theilen anzugreifen. Da er ſeinen Zweck verfehlte, ſo hackte er zunächſt mit großem Eifer die Nähte an den Stellen der Haut auf, wo ſie zuſammengeheftet worden war, und ſchien die ernſtliche Abſicht zu haben, ſich jetzt hinter das Fleiſch zu machen, welches er inwendig zu finden hoffte, und von deſſen Abweſenheit kein einziges ſeiner Sinnorgane in Stande war, ihn zu benachrichtigen. Nachdem er gefunden, daß alle ſeine Anſtrengungen, welche er lange Zeit wiederholte, zu keinen andern Reſultate führten, als große Maſſen von Heu herauszuſchaffen, ſo gab er am Ende, obſchon mit ſichtbarem Widerwillen, ſeine Verſuche auf, und flog davon, um anderes Wildpret zu verfolgen, auf welches er allein durch ſein Sehorgan hingeleitet wurde, und er brauchte nicht lange, um daſſelbe zu entdecken und ſich ſeiner zu bemächtigen.

Zunächſt wurde nun ein anderer, dem obigen gerade entgegengeſetzter Verſuch angeſtellt. — Ein großes, todtes Schweiu wurde in einer engen und gekrümmten Schlucht verborgen, welche gegen zwanzig Fuß tiefer lag, als die Oberfläche des ſie umgebenden Bodens, und dann mit Geſträuche und langem Schilfe zugedeckt. Dieß wurde im Monat Juli unter einem tropiſchen Himmelsſtrich vorgenommen, wo die Fäulniß äußerſt raſch eintritt.

Allein obschon man mehrere Geier erblicken konnte, welche in allen Richtungen dahinschwebten über der Stelle, wo das faulende Aas hingelegt war, blos bedeckt von einigen Zweigen und Schilf, so wurde es doch von keinem einzigen bemerkt. In der Zwischenzeit hatten aber einige Hunde den Weg zu demselben gefunden und große Massen Fleisch davon verzehrt. — Bei einer anderen Reihe von Versuchen wurde gefunden, daß junge Geier, welche in einem Käfig eingeschlossen waren, niemalen irgend ein Zeichen gaben, daß sie ihr Futter bemerkt hätten, wenn es nicht von ihnen gesehen werden konnte, man mochte es ihnen so nahe bringen als man wollte *).

Man hat daran gezweifelt, daß die Fische und andere im Wasser lebende Thiere mit einem Geruchsinn versehen seyen; bei einigen Walfischarten hat man allerdings weder besondere Geruchsorgane noch eine Spur von Riechnerven auffinden können (Home, Lectures on Comparative Anatomy, I. 17). Einige Physiologen giengen noch weiter und läugneten die Möglichkeit, daß das Wasser überhaupt je ein Vehikel für Riechstoffe abgeben könnte. Da aber bekannt genug ist, daß das Wasser eine große Quantität atmosphärischer Luft aufgelöst hält, welche auf die Organe der Respiration ihren Einfluß ausübt, so ist nicht gar schwer zu begreifen, daß mittelst dieser Luft mit den Nasenhöhlen auch diejenigen eigenthümlichen Agentien in Berührung gebracht werden können, welche bestimmt sind Geruchsempfindungen hervorzubringen. Man hat auch in der That beobachtet, daß Fische durch die Effluvien vieler ins Wasser geworfener Substanzen aus weiten Entfernungen schnell herbeigelockt werden, und es ist allgemein bekannt, daß sie eine ganz besondere Vorliebe für die am stärksten riechenden Stoffe haben. Der Köder, welcher von den Fischern benützt wird, kann da-

*) Vergl. d. Edinburgh New Journal of Science, 11, 172. Die Richtigkeit dieser Versuche wurde von der Waterton in Zweifel gezogen; allein sie wurden vollkommen durch die neueren Beobachtungen und Versuche des Hrn. Bachman bestätigt, welche im Loudon Magazin of Natural History, VII., 167 beschrieben sind.

Daß die Naſenhöhlen der Fiſche blos als rudimentäre Formen derjenigen Bildung zu betrachten ſind, welche wir bei den Säugethieren finden, obſchon ſie ſich nicht in die Reſpirationsorgane öffnen, wie bei den letzteren, wird am beſten bewieſen durch die Umwandlung der einen Form in die andere während der Entwicklung der Larve ſowohl des Froſches als des Salamander's. Wir haben bereits oben geſehen, daß dieſe Geſchöpfe während der erſten Perioden ihrer Exiſtenz vollkommene Waſſerthiere ſind, indem ſie im Waſſer vermittelſt Kiemen athmen, und überhaupt alle ihre Organe nach dem Muſter der Fiſche ausgebildet haben. Ihre Naſenhöhlen werden in dieſen früheſten Lebensperioden nicht zum Athmen benützt, auch nicht einige Zeit nachher, nachdem ſie angefangen haben, Luft in ſich aufzunehmen, was ſie durch den Mund bewerkſtelligen, indem ſie die Luft in kleinen Portionen von Zeit zu Zeit verſchlucken, und dann wieder durch dieſelbe Oeffnung in der Form von Bläschen ausſtoßen. Nachdem ſie aber das Waſſer verlaſſen haben, und Landthiere mit eigentlicher Lungenreſpiration geworden ſind, ſo ſind jetzt die Naſenlöcher die Canäle, durch welche die atmoſphäriſche Luft aufgenommen und wieder ausgeſtoßen wird, und an eben demſelben Orte iſt es nun, daß der Geruchsſinn in Ausübung gebracht wird.

Wir wiſſen nur äuſſerſt Weniges hinſichtlich des Sitzes des Geruchſinns bei irgend einem der Wirbelloſen Thiere, obſchon es ſehr klar am Tage liegt, daß ganz beſonders die Inſecten die Fähigkeit dazu in einem ausgezeichneten Grade beſitzen. — Die Analogie würde darauf führen, die Stigmen oder Trachenöffnungen (Luftlöcher) für den wahrſcheinlichen Sitz dieſes Sinnes zu erklären, da ſie die Eingänge zu den Athmungsorganen ſind. *) Der nemliche Dienſt wird von Vielen den Fühlhörnern zugeſchrieben, während andere Inſectenkundige die Meinuug aufgeſtellt haben, daß die Freßſpitzen oder Palpen die eigentliche Organe des Geruchs ſeyen. (Ueber dieſen Sinn

*) Dieſe Anſicht wurde beſonders von Duméril, Baſter, Straus-Dürkheim mit ſehr wahrſcheinlichen Gründen aufgeſtellt. — Anm. d. Ueb.

bei den Insecten vergleiche man Kirby and Spences Introduction to Entomology, Vol. IV, p. 249). Versuche über diesen Gegenstand sind mit großen Schwierigkeiten verknüpft, und ihre Resultate müssen im Allgemeinen zweideutig seyn, ohne sichere Schlußfolgerungen zu erlauben. Uebrigens scheinen die Versuche, welche Hr. P. Huber an Bienen angestellt hat, mit ziemlicher Gewißheit nachzuweisen, daß die Stigmata oder Luftlöcher selbst für starke Gerüche unempfindlich sind, wie z. B. für den des Terpentinöls, welches allen Insecten ausserordentlich zuwider ist. Blos wenn ein feiner Pinsel von Kameelhaaren, mit dieser beißenden Flüssigkeit befeuchtet, in die Nähe der Mundhöhle oberhalb der Insertion des Rüssels (Proboscis) gebracht wurde, konnte man einen sichtbaren Eindruck auf das Thier bemerken, welches dann unverkennbare Zeichen eines großen Mißbehagens von sich gab. *) Kirby hat an dem vordern Theile der sogenannten Nase des Necrophorus vespillo, oder Todtengräbers, welches Insect wegen der Schärfe seines Geruchs sehr ausgezeichnet ist, ein paar zirkelförmige weiche Organe entdeckt, die von einer Membran bedeckt werden, welche mit zarten in die Quere laufenden Furchen äusserst schön gezeichnet ist. Er betrachtet sie als die Organe des Geruchs, auch hat er ähnliche Vorrichtungen bei mehreren anderen Insecten gefunden. (Vol. 3 p. 481 und Vol. 4 p. 254). **)

Bei keinem einzigen Thiere unter den Mollusken war man im Stande, besondere Geruchsorgane zu entdecken. Da es ausgemacht ist, daß mehrere Thiere, welche zu dieser

*) Treviranus hält auch die Mundschleimhaut oder die Saugblase für das Organ des Geruchsinns. — Anm. d. Ueb.

**) Rosenthal beschrieb in Meil's Archiv Vol. X. eine feine gefaltete Membran in der Stirne der Schmeissfliegen und anderer Insecten als Geruchsorgan. Anm. d. Ueb.

*) Hr Owen hat jedoch erst kürzlich eine Gruppe von Blättern entdeckt, welche mit den Geruchsorganen der Fische große Aehnlichkeit haben *).

*) Owen beschrieb bei Nautilus ein Organ, welches am Eingange des Mundes zwischen den lippenförmigen Anhängen liegt, und aus zwanzig weichen häutigen Lamellen besteht. Anal. des scienc. nat. XXVIII. — Anm. d. Ueb.

durch viel lockender gemacht werden, daß man denselben in flüchtige Oele taucht, oder mit irgend einem anderen sehr heftig riechenden Stoffe bestreicht, z. B. mit Asa foetida, Campher, Moschus. Mr. T. Bell. (Philos. Transact. for 1827, p. 132) hat bei dem Krokodil und Alligator eine besondere Drüse entdeckt, welche unter den Unterkiefern jeder Seite ihren Sitz hat; sie scheidet eine fettige Materie aus, welche sehr stark nach Moschus riecht. Die äußere Oeffnung dieser Drüse wird von einem kleinen Schlitz gebildet, der am untern Rande des Unterkiefers, etwas gegen innen zu, angebracht ist. Der Sack oder die Höhle, welche jene starkriechende Substanz enthält, wird von zwei sehr zarten Streifen von Muskelfasern umgeben, welche augenscheinlich zu dem Zwecke da sind, zuerst die Drüse in eine zweckmäßige Lage zu bringen, und alsdann durch Zusammendrücken derselben ihren Inhalt auszuleeren. Mr. Bell stellt nun die Vermuthung auf, der Nutzen dieses eigenthümlichen Secretes werde wohl darin bestehen, wie ein Köder die Fische gegen die Seiten des Rachens herbei zu locken, wo sie dann, auf die gewöhnliche Art des Alligator's, geschickt ergriffen werden können, welche darin besteht, daß sie seitwärts nach den Gegenständen schnappen, welche sie zu verschlingen beabsichtigen.

Die Geruchsorgane sind bei den Fischen in Gruben angebracht, welche auf jeder Seite vorne am Kopfe liegen; es sind Säcke, welche sich blind endigen, indem sie weder mit der Mundhöhle noch mit dem Schlunde in irgend einer Communication stehen, und in Wirklichkeit keine andere Oeffnung haben als die äußeren Nasenlöcher, deren im Allgemeinen jeder Sack zwei besitzt, und welche eines hinter dem andern liegen. Der Haupteingang ist mit einer Art Klappe versehen, welche von einer willkührlich bewegbaren Membran gebildet wird und wie eine Scheidewand erscheint, welche jede Nasenöffnung in zwei Abtheilungen trennt. Sie hat den Zweck, das Eindringen jedes fremdartigen Körpers zu verhindern. Das Geruchsorgan selbst ist hinter dieser Klappe angebracht, und ist entweder aus einer höchst merkwürdig in zahlreiche

halbzirkelförmige Falten verflochtenen Schleimmembran zusammengesetzt, oder besteht aus zarten Quasten, oder Baumförmig zerästelten Filamenten. Beim Barsche sind die Lamellen dieser Membran strahlenförmig vertheilt, bei den Plagiostomen (Rochen) sind sie blätterförmig, so daß jedes Blatt mit den anderen parallel liegt *)

Auf der Oberfläche dieser Organe, wie sie immer gestaltet seyn mögen, ertheilen sich nun die Riechnerven, welche von den vordersten Lappen des Gehirns ihren Ursprung nehmen; die sehr bedeutende Größe dieser Nerven kann uns zu der Vermuthung berechtigen, daß der Sinn, welchen sie vermitteln, einen beträchtlichen Grad von Feinheit besitzen müsse. Wenn die Fische im Schwimmen begriffen sind, so werden jene Organe vermöge ihrer Lage vorn an der Schnauze der heftigen Einwirkung des Wassers ausgesetzt, welches gegen sie anschlägt. — Nach der Meinung von Geoffroy St. Hilaire bringt das Wasser durch die obere Oeffnung in die Nasenhöhle ein, und entweicht wieder durch die untere. Scarpa vermuthet, daß die Fische dadurch das Riechen bewerkstelligten, daß sie das Wasser gegen die innere Schleimmembran andrücken. Auf der andern Seite wird von Dümériel die Behauptung aufgestellt, daß man, da die von diesem Organe mitgetheilten Perceptionen das Resultat der Einwirkung eines tropfbar flüssigen und nicht eines gasförmigen Mediums seyen, dieselben vielmehr zu den Tastempfindungen und nicht zu den Geruchseindrücken zählen müsse. — Dieses scheint jedoch ein bloßer Wortstreit, und indem man diesen Einwurf machte, scheint ganz vergessen worden zu seyn, daß die Eindrücke der riechbaren Effluvien selbst bei denjenigen Thieren, welche atmosphärische Luft athmen, auf die Geruchsnerven immer blos durch das Medium der Flüßigkeit hindurch wirken können, von welcher die Nasenschleimhaut beständig angefeuchtet wird. **)

*) An ihren Wandungen sind wieder sternförmige Fältchen angebracht, um die Oberfläche der Schleimmembran noch zu vergrößern. Anm. d. Ueb.

**) Ueberdieß athmen ja alle im Wasser lebenden Thiere nicht das Wasser selbst, sondern die im Wasser aufgelöste atmosphärische Luft. Anm. d. Ueb.

Daß die Naſenhöhlen der Fiſche blos als rudimentäre Formen derjenigen Bildung zu betrachten ſind, welche wir bei den Säugethieren finden, obſchon ſie ſich nicht in die Reſpirationsorgane öffnen, wie bei den letzteren, wird am beſten bewieſen durch die Umwandlung der einen Form in die andere während der Entwicklung der Larve ſowohl des Froſches als des Salamander's. Wir haben bereits oben geſehen, daß dieſe Geſchöpfe während der erſten Perioden ihrer Exiſtenz vollkommene Waſſerthiere ſind, indem ſie im Waſſer vermittelſt Kiemen athmen, und überhaupt alle ihre Organe nach dem Muſter der Fiſche ausgebildet haben. Ihre Naſenhöhlen werden in dieſen früheſten Lebensperioden nicht zum Athmen benützt, auch nicht einige Zeit nachher, nachdem ſie angefangen haben, Luft in ſich aufzunehmen, was ſie durch den Mund bewerkſtelligen, indem ſie die Luft in kleinen Portionen von Zeit zu Zeit verſchlucken, und dann wieder durch dieſelbe Oeffnung in der Form von Bläschen ausſtoßen. Nachdem ſie aber das Waſſer verlaſſen haben, und Landthiere mit eigentlicher Lungenreſpiration geworden ſind, ſo ſind jetzt die Naſenlöcher die Canäle, durch welche die atmoſphäriſche Luft aufgenommen und wieder ausgeſtoßen wird, und an eben demſelben Orte iſt es nun, daß der Geruchsſinn in Ausübung gebracht wird.

Wir wiſſen nur äuſſerſt Weniges hinſichtlich des Sitzes des Geruchſinns bei irgend einem der Wirbelloſen Thiere, obſchon es ſehr klar am Tage liegt, daß ganz beſonders die Inſecten die Fähigkeit dazu in einem ausgezeichneten Grade beſitzen. — Die Analogie würde darauf führen, die Stigmen oder Trachenöffnungen (Luftlöcher) für den wahrſcheinlichen Sitz dieſes Sinnes zu erklären, da ſie die Eingänge zu den Athmungsorganen ſind. *) Der nemliche Dienſt wird von Vielen den Fühlhörnern zugeſchrieben, während andere Inſectenkundige die Meinuug aufgeſtellt haben, daß die Freßſpitzen oder Palpen die eigentliche Organe des Geruchs ſeyen. (Ueber dieſen Sinn

*) Dieſe Anſicht wurde beſonders von Duméril, Baſter, Straus-Dürkheim mit ſehr wahrſcheinlichen Gründen aufgeſtellt. — Anm. d. Ueb.

bei den Insecten vergleiche man Kirby and Spencès Introduction to Entomology, Vol. IV, p. 249). Versuche über diesen Gegenstand sind mit großen Schwierigkeiten verknüpft, und ihre Resultate müssen im Allgemeinen zweideutig seyn, ohne sichere Schlußfolgerungen zu erlauben. Uebrigens scheinen die Versuche, welche Hr. P. Huber an Bienen angestellt hat, mit ziemlicher Gewißheit nachzuweisen, daß die Stigmata oder Luftlöcher selbst für starke Gerüche unempfindlich sind, wie z. B. für den des Terpentinöls, welches allen Insecten ausserordentlich zuwider ist. Blos wenn ein feiner Pinsel von Kameelhaaren, mit dieser beißenden Flüssigkeit befeuchtet, in die Nähe der Mundhöhle oberhalb der Insertion des Rüssels (Proboscis) gebracht wurde, konnte man einen sichtbaren Eindruck auf das Thier bemerken, welches dann unverkennbare Zeichen eines großen Mißbehagens von sich gab. *) Kirby hat an dem vordern Theile der sogenannten Nase des Necrophorus vespillo, oder Todtengräbers, welches Insect wegen der Schärfe seines Geruchs sehr ausgezeichnet ist, ein paar zirkelförmige weiche Organe entdeckt, die von einer Membran bedeckt werden, welche mit zarten in die Quere laufenden Furchen äusserst schön gezeichnet ist. Er betrachtet sie als die Organe des Geruchs, auch hat er ähnliche Vorrichtungen bei mehreren anderen Insecten gefunden. (Vol. 3 p. 481 und Vol. 4 p. 254). **)

Bei keinem einzigen Thiere unter den Mollusken war man im Stande, besondere Geruchsorgane zu entdecken. Da es ausgemacht ist, daß mehrere Thiere, welche zu dieser

*) Treviranus hält auch die Mundschleimhaut oder die Saugblase für das Organ des Geruchsinns. — Anm. d. Ueb.

**) Rosenthal beschrieb in Reil's Archiv Vol. X. eine feine gefaltete Membran in der Stirne der Schmeissfliegen und anderer Insecten als Geruchsorgan. Anm. d. Ueb.

*) Hr Owen hat jedoch erst kürzlich eine Gruppe von Blättern entdeckt, welche mit den Geruchsorganen der Fische große Aehnlichkeit haben *).

*) Owen beschrieb bei Nautilus ein Organ, welches am Eingange des Mundes zwischen den lippenförmigen Anhängen liegt, und aus zwanzig weichen häutigen Lamellen besteht. Anal. des scienc. nat. XXVIII. — Anm. d. Ueb.

Klasse gehören, den Geruchssinn besitzen, so hat man die Vermuthung aufgestellt, daß er entweder in der ganzen schleimigen Oberfläche ihrer Mantels, oder aber in den Respirationsorganen selbst seinen Sitz habe. — Swammerdam machte schon vor langer Zeit die Bemerkung, daß Schnecken ganz deutlich von Gerüchen afficirt werden, und von dem Dintenfische erzählt man, daß er einen ganz entschiedenen Widerwillen gegen starkriechende Pflanzen zeigen soll. *)

V. Kapitel.

Gehör.

§. 1. Allgemeine acustische Grundsätze.

Die Kenntniß, welche die Thiere von der Gegenwart und den Bewegungen entfernt liegender Objecte erhalten, wird ihnen fast allein durch die Sinne des Gehörs und Gesichts mitgetheilt. Die Apparate, welche die Ausübung dieser Sinne nothwendig voraussetzt, haben einen noch viel vollkommeneren und feineren Bau als irgend eines der bis jetzt betrachteten Organe; sie sind ein noch viel deutlicherer Beweis von jenen tiefen Plänen und jener unendlichen Weisheit, welche die Construction jedes einzelnen Theiles in dem thierischen Baue geleitet haben.

Der Schall entsteht durch gewisse zitternde oder schwingende Bewegungen der Theilchen eines elastischen Medium, wie z. B. der Luft oder des Wassers, hervorgebracht durch irgend einen plötzlichen Impuls oder Erschütterung, welche diesen Partikelchen durch die Bewegungen des schallenden Körpers selbst mitgetheilt wurden. Diese tönenden Schwingungen werden mit

*) Da der Hr. Verfasser mit keiner Silbe der etwaigen Geruchsorgane bei den Krustenthieren erwähnt, so erlauben wir uns Folgendes beizufügen. Bei den langschwänzigen Dekapoden, besonders beim Flußkreds und Hummer, hat Rosenthal am Grunde der kleinen Fühlhörner eine Höhlung entdeckt, welche einen muschelförmigen Körper und eine feine Membran enthält, auch wird dieser Theil von einem Nervenfädchen versehen. Eine kleine mit borstenförmigen Haaren besetzte Oeffnung auf der obern Seite führt in jene Höhle; Rosenthal hält sie für die äussere Nasenöffnung. —

Anm. d. Ueb.

groſser Geſchwindigkeit durch dieſe (elaſtiſch oder tropfbar) flüſſigen Medien fortgepflanzt, bis ſie auf das äuſſere Ohr ſtoßen. Nachdem ſie dann in den inwendigen Gängen des Gehörorgans geſammelt worden ſind, erhalten ſie eine ſolche Richtung, daß ſie auf die Filamente eines beſonderen Nerven, der Gehörnerven (Nervus acusticus) ihre Wirkung äuſſern können. Die Structur dieſer Nerven iſt ganz beſonders dazu geeignet, dieſe ihm eigenthümlich zukommenden Eindrücke aufnehmen und dann weiterhin dem Gehirne mittheilen zu können, in welchem ſie dann gewiſſe Veränderungen hervorbringen, welche augenblicklich von der Senſation eines Schalls gefolgt ſind. Der Schall kann nicht durch einen abſolut leeren Raum dringen, wie das Licht es kann, ſondern er erfordert immer eine ponderable Materie als Vehikel für ſeine Fortpflanzung. Daher kommt es, daß wenn man eine Glocke in den luftleeren Raum einer Luftpumpe aufhängt und ſie anſchlägt, dieſelbe keinen hörbaren Schall von ſich gibt, obſchon ihre einzelnen Theile ſichtbar in die gewöhnlichen ſchwingenden Bewegungen verſetzt worden ſind. In dem Verhältniſſe aber wie man wieder Luft in die Glasglocke einſtröhmen läßt, wird auch der Schall mehr und mehr hörbar, und wenn man im Gegentheile die Luft künſtlich verdichtet, ſo wird der Schall viel ſtärker, als wenn die Glocke von einer Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit umgeben wird *).

Die Stöße, welche von dem tönenden Körper den ihn unmittelbar berührenden Partikelchen des elaſtiſchen Medium mitgetheilt worden ſind, werden nun von Partikelchen zu Partikelchen in jeder Richtung fortgepflanzt. Jedes ſtößt wieder von ſeiner Seite gegen das Zunächſtliegende, und theilt dieſem die ganze Bewegung mit, welche es ſelbſt vorher beſeſſen hat, und welche durch den Wiederſtand des Partikelchens, gegen welches es anſtößt, ganz aufgehoben wird. Nachdem nun jedes Partikelchen eine gewiſſe beſtimmte Strecke (welche freilich un-

*) Dieſe Thatſachen wurden zuerſt von Dr. Hauksbee auſſer Zweifel geſetzt, ſiehe d. Philosophical Transactions for 1705, Vol. XXIV, p. 1992, 1994.

befindet, Kanonen abfeuert, so folgen auf jeden Blitz des Feuers zwei genau zu unterscheidende Knälle; der erste davon wird von dem Eise fortgepflanzt, der zweite von der Luft. Ganz auf dieselbe Art wird eine Person, welche ganz dicht an dem Grunde eines hohen Gebäudes steht, sobald man an die Wände desselben am obersten Theile mit einem Hammer anschlägt, nach jedem Schlage zwei Töne hören, wovon der erste durch die Wand des Gebäudes herabsteigt, der zweite durch die Luft fortgepflanzt wird.

Wie der Schall in seiner Intensität geschwächt wird, wenn er sich über eine größere Sphäre von Partikelchen ausbreitet, ebenso ist er fähig, seiner Intensität nach sehr verstärkt zu werden, wenn er in einen engeren Raum concentrirt wird; eine Wirkung, welche wahrscheinlich darin ihren Grund hat, daß die Schallwellen von den festen Windungen einer Wölbung, die vermöge ihrer Gestalt die Schallwellen in einen einzigen Brennpunkt vereinigen kann, zurückgeworfen werden. Dieses Gesetz ist es, auf welches die Einrichtung der Ohrtrompeten oder des Hörrohrs gegründet ist, vermittelst dessen Schwerhörige besser hören können. Dieselbe Wirkung beobachtet man zuweilen bei einem Echo, welches unter gewissen Umständen einen viel stärkeren Schall zurückwirft, als der ursprünglich gegen dasselbe gerichtete Schall war.

Wenn der Impuls, welchen die Nerven des Gehörs mitgetheilt erhalten, in gleicher Zeitintervallen sich wiederholt, so werden diese einzelnen Eindrücke, vorausgesetzt, daß jene Zeitintervalle sehr klein sind, so untereinander verschmolzen, daß man sie nicht mehr einzeln von einander unterscheiden kann, und es wird so für die Seele die Empfindung eines einförmigen zusammenhängenden Tons, das heißt, eine musikalische Note, hervorgebracht. Sind die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Schwingungen länger, so entsteht eine tiefe Note; wenn sie aber kürzer sind, das heißt, wenn die Anzahl von Schwingungen in einer gegebenen Zeit groß ist, so wird die Note in demselben Verhältniß hoch. — Die Bezeichnung der ersteren mit dem Ausdrucke tief, die der letzteren mit dem Ausdrucke hoch, wurden vielleicht ursprünglich von den sichtbaren Bewegungen der Brust einer Person abgeleitet,

welche dieſe verſchiedenen Noten ſingt. Denn wollte man auf dieſen Umſtand keine Rückſicht nehmen, ſo müßten die Ausdrücke von tief und hoch als ganz willkührlich erſcheinen; überdieß iſt es eine bekannte Sache, daß dieſe beiden Ausdrücke von den Alten in einem Sinn angewandt wurden, der gerade das Gegentheil von demjenigen iſt, in welchem wir dieſelben gegenwärtig gebrauchen.

Von den verſchiedenen Graden der Spannung, welche man der Saite oder dem Metalldrahte eines muſikaliſchen Saiteninſtruments gibt, ſo wie von der verſchiedenen Länge derſelben, hängt die Häufigkeit ihrer Schwingungen ab. Durch eine ſtärkere Spannung oder eine kürzere Länge derſelben werden die Schwingungen in einer gegebenen Zeit häufiger, folglich entſteht eine höhere Note. Die Note wird im Gegentheile tiefer, je mehr man die Spannung vermindert oder je mehr der Länge des Metalldrahts oder der Saite zugegeben wird. Bei einem Blasinſtrumente hängt die Tiefe oder Höhe der Töne hauptſächlich von der Länge der Röhre ab, vermittelſt welcher man die Töne hervorbringt.

Es gibt alſo in dem Schalle zwei Eigenſchaften, welche von dem Gehör empfunden werden können, nämlich ſeine Stärke oder Intenſität, und ſeine qualitative Beſchaffenheit oder der Ton. Die erſtere hängt von der Stärke der Schwingungen ab, die letztere von deren Häufigkeit. — Es iſt nothwendig, ſich dieſe akuſtiſchen Principien im Geiſte immer zu vergegenwärtigen, wenn man die vergleichende Phyſiologie des Gehörs unterſuchen will. Da die Functionen der verſchiedenen Theile dieſes Organs bis jetzt nur unvollſtändig bekannt ſind, ſo werde ich bei der Betrachtung dieſes Gegenſtandes von dem bisher befolgten Plane abweichen, und vor allem eine Unterſuchung der Structur des Ohrs in ſeinem am vollkommenſten entwickelten Zuſtande, ſo wie er ſich beim Menſchen findet, vorausſchicken.

§. 2. Phyſiologie des Gehörs beim Menſchen.

Derjenige Theil des Gehörorgans, welcher weit mehr als alle anderen für die Ausübung dieſer Function weſentlich iſt,

ist der Gehörnerve, dessen Fasern sich zuletzt immer feiner verästeln und sich auf der Oberfläche einer äußerst zarten Membran ausbreiten. Diese Membran ist in einer solchen Lage angebracht, daß sie sich ganz dazu eignet, den vollen Eindruck der Schallwellen, welche auf sie fallen, aufzunehmen. — Man kann also diese Membran sammt den auf ihr ausgebreiteten Nervenfäden als das unmittelbare Organ des Gehörsinns betrachten. Alle übrigen Theile setzen blos den accessorischen Apparat zusammen, und sind dazu bestimmt, die Schwingungen des umgebenden Medium zu sammeln und zu condensiren, und so die concentrirte Wirkung derselben auf die Gehörmembran hinzuleiten.

Ich habe mich bemüht, auf Fig. **235** in einer einzigen Ansicht die hauptsächlichsten Theile dieses complicirten Organs so darzustellen, wie sie beim Menschen beschaffen sind. Sie wurden hier in ihrer natürlichen Größe und in ihrer relativen Lage abgebildet, um dadurch einen Maaßstab an die Hand zu geben, nach welchem die natürlichen Dimensionen von denjenigen Theilen, welche ich im Folgenden durch vergrößerte Darstellungen zu erläutern Gelegenheit haben werde, genügend beurtheilt werden können. In dieser wie in allen folgenden Abbildungen sind die Theile des rechten Ohrs dargestellt, und zugleich wurden die nämlichen Theile immer mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Die Ohrmuschel, **Concha**, oder das äußere Ohr (**C**) wird von einer elastischen Knorpelplatte gebildet, welche von den allgemeinen Hautdecken überzogen wird, und mannigfaltige Erhabenheiten und Vertiefungen zeigt, welche eine Reihe von parabolischen Curven darstellen. Diese Einrichtung hat augenscheinlich den Zweck, die Schallwellen der Luft zu sammeln *) und dieselben in einen trichterförmigen Canal (**M**) fortzuleiten, welchen man den äußeren Gehörgang (**meatus auditorius ext.**)

*) Diese Verrichtung des äusseren Ohrs wurde durch neuere Versuche sehr zweifelhaft gemacht, indem man bei Individuen, welche derselben beraubt worden waren, durchaus keine Verminderung in der Feinheit ihres Gehörs bemerken konnte.

Anm. d. Ueb.

nennt, und der zum inneren Gehörorgane führt. Dieser Canal ist zum Theil aus Knorpel, zum Theil aus Knochensubstanz zusammengesetzt; die Membran welche ihn auskleidet, ist mit zahlreichen kleinen Drüsen versehen, welche eine dicke ölige Flüssigkeit, das Ohrenschmalz, ausscheiden. Dieses letztere besitzt einen beißenden (bittern) Geschmack und hat augenscheinlich den Zweck, das Eindringen von Insekten u. s. f. zu verhindern. Der Eingang ist überdieß durch feine Haare beschützt, welche zu einem ähnlichen Zwecke zu dienen scheinen.

An seinem hintern Ende wird der Gehörgang durch ein Membran (D) geschlossen, welche, wie das Fell einer Trommel, in die Quere herüber ausgespannt ist; man hat demselben auch wegen dieser Aehnlichkeit den Namen Trommelfell (**Membrana Tympani**) gegeben *). — Das Trommelfell versieht in der That einen Dienst, welcher seinem Namen ganz entspricht; die Schallwellen der Luft fallen nämlich, nachdem sie von den Windungen der Ohrmuschel gesammelt und nach innen zu gerichtet worden sind, auf das Trommelfell, und versetzen dasselbe in einen ähnlichen Zustand von Schwingung. Das Trommelfell wird zusammengesetzt aus einer äußeren Membran, welche eine Fortsetzung der den Gehörgang auskleidenden Oberhaut ist; aus einer inneren Lage, die mit der Membran, welche die jenseits des Trommelfells liegende Höhle überzieht, zusammenhängt; ferner besteht es aus einer mittleren Lage, welche von strahlenförmigen Muskelfibern gebildet wird, die von der Peripherie gegen das Centrum sich erstrecken, wo sie dann an dem Ende eines sehr kleinen knöchernen Fortsatzes (H) sich ansetzen, welchen ich sogleich beschreiben werde.**) Diese musculöse Structur des Trommelfells scheint dazu bestimmt zu sein, um dasselbe in verschiedenem Grade spannen und die Zahl seiner Schwingungen denjenigen, welche ihm von der Luft mitgetheilt wur-

*) Man sieht auf der Abbildung die innere Oberfläche dieses Trommelfells; die Trommelhöhle, welche hinter ihr sich befindet, wurde blosgelegt.

**) Bei mehreren Quadrupeden ist ihre Anheftung an diesen Fortsatz in einiger Entfernung von dem Centrum dieser Membran.

den, anpaſſen zu können. *) Ueberdieß iſt noch ein zarter Muskel inwendig angebracht, welcher auf jenen dünnen Knochenfortſatz wie auf einen Hebel wirkt, dadurch die ganze Membran anſpannt, und ihre übrigen Faſern in Stand ſetzt, die weiteren Bedingungen zu erfüllen, welche zum Antönen (wenn es erlaubt iſt, ſich ſo auszudrücken) dieſes Theils des Gehörorgans nothwendig erfordert werden **).

Unmittelbar hinter dem Trommelfelle iſt ein hohler Raum (T), welchen man die Pauken- oder Trommelhöhle (Cavum tympani) nennt. Sie hat eine unregelmäßige Geſtalt und iſt in dem allerfeſteſten Theil des Schläfenknochen (dem ſogen. Felſentheil) ausgegraben, welcher hier eine große Härte und Feſtigkeit beſitzt. — Dieſe Trommelhöhle iſt immer mit Luft angefüllt; aber es ſpringt in die Augen, daß der Zweck, zu welchem dieſes Organ dienen ſoll, ſehr ſchlecht erreicht würde, wenn die Luft in dieſem kleinen Raume ohne möglichen Wechſel eingeſchloſſen bliebe. Wenn ſich dieſe Luft nicht von Zeit zu Zeit expandiren oder verdichten könnte, ſo könnte ſie unmöglich längere Zeit im Gleichgewicht bleiben mit dem Drucke, welcher von der atmoſphäriſchen Luft auf die äußere Oberfläche des Trommelfells ausgeübt wird; ein Druck, welcher, wie Jedem bekannt iſt, ſehr großen Variationen unterworfen iſt, welche wir am Steigen und Fallen des Barometers erkennen. Durch dieſe Variationen im äußern Luftdrucke würde das Trommelfell einer großen Ungleichheit im Drucke auf ſeine äußere und innere Oberfläche ausgeſetzt ſeyn, und es würde Gefahr laufen, je nach dem Zuſtand der Atmoſphäre gegen außen oder gegen innen gedrängt zu werden, wodurch die Feinheit und Genauigkeit ſeiner Schwingungen gänzlich aufgehoben würden. Die Natur hat aber gegen alle dieſe Nachtheile dadurch Vorſorge getroffen,

*) Dieſe muſculöſe Schichte im Trommelfell wird durch neuere Unterſuchungen ſehr zweifelhaft wenigſtens, wo nicht ganz widerlegt. Sie würde auch als einziges Beiſpiel in der Natur daſtehen, denn nirgens ſonſt ſetzen ſich Muskelfaſern unmittelbar an einen Knochen an.

Anm. d. Ued.

**) Vergl. Evr. Home, Lectures III. 268.

daß sie einen Gang anbrachte, welcher zwischen der Trommelhöhle und der äußern Luft eine freie Communication herstellt. Dieser Zweck wurde durch eine Röhre, welche die Eustachische Röhre oder Ohrtrompete (tuba Eustachii) (E) genannt wird, und deren äußere Oeffnung man bei E in Fig. 228 sehen kann, wo ein senkrechter Durchschnitt der Nasenhöhle dargestellt ist.

Die Eustachische Röhre beginnt mit einer kleinen Oeffnung auf der inneren Seite der Trommelhöhle (Fig 235 E) und öffnet sich mit einer weiten Mündung hinter den Nasenhöhlen. Diese Röhre verrichtet ganz denselben Dienst für das Gehörorgan, wie die Oeffnung, welche man nothwendig gefunden hat an der Seite jeder Trommel anzubringen, in der Absicht, eine freie Communication der inneren Höhle mit der äußeren Luft zu bewerkstelligen. Eine solche Communication ist für die Funktionen des Ohrs eben so nothwendig, als für den eigenthümlichen Schall einer Trommel. — Daher kommt es, das man jedesmal einen gewissen Grad von Taubheit beobachtet, sobald die Eustachische Röhre verschlossen ist. Dieß kann geschehen durch eine Anschwellung der dieselbe auskleidenden Membran, z. B. bei einem Schnupfen, Catarrh, oder durch Anhäufung der Ausscheidungsstoffe in diesem Canale. Gelegentlich mag diese Röhre auch Nutzen bringen als ein Canal, durch welchen Töne in das Innere des Gehörorgans eindringen können, und vielleicht geschieht es aus diesem Grunde, daß wir gleichsam instinctmäßig den Mund öffnen, wenn wir einen schwachen oder entfernten Schall genauer hören wollen.*)

*) Dieser letztere Nutzen ist jedoch zweifelhaft; wenn man bei offenem Munde besser hört, so kommt dieß daher, daß der Gelenkfortsatz des Unterkiefers dadurch von der äusseren Wandung des äusseren Gehörgangs (s. oben) entfernt wird, und dieser dadurch mehr Schallwellen auffangen kann. Davon kann sich Jeder leicht überzeugen, wenn er einen Finger in den Gehörgang bringt und den Mund öffnet; man fühlt dann das Zurückweichen eines festen Körpers, das heißt jenes Gelenkfortsatzes. — Ein fernerer Nutzen der eustachischen Röhre besteht aber darin, die in der Paukenhöhle abgesonderte Flüssigkeit abzuleiten, damit sie sich nicht in dieser Höhle selbst anhäufe. —

Anm. d. Ueb.

An derjenigen Seite der Trommelhöhle, welche der Oeffnung euſtachiſchen Trompete entgegengeſetzt iſt, liegt der Eingang in einen anderen Canal, welcher in zahlreiche Zellen führt. Dieſe Zellen ſind in dem Zizenfortſatz (processus mastoideus) des Schläfenknochen enthalten, und man nennt ſie deßwegen cellulæ mastoideæ; dieſe Zellen ſind ebenfalls mit Luft angefüllt. Die am meiſten nach hinten und innen liegende Seite der Trommelhöhle, das heißt die dem Trommelfell entgegengeſetzte Seite, wird von einer hügelförmigen Erhabenheit eingenommen; dieſe hat eine faſt dreieckige Beſchaffenheit und wird Vorgebirge, (Promontorium) genannt. Auf jeder Seite deſſelben iſt in der Knochenwandung eine Oeffnung, welche jedoch von der die ganze innere Oberfläche der Trommelhöhle auskleidenden Membran verſchloſſen werden. Diejenige Oeffnung, welche an dem oberen Rande des Vorgebirges liegt, wird das ovale Fenſter (fenestra ovalis) genannt; diejenige aber an dem unteren Rande deſſelben nennt man das runde Fenſter (fenestra rotunda).

In der Trommelhöhle liegt ferner eine Reihe ſehr kleiner, beweglicher Knöchelchen, welche einer Seits mit dem Trommelfelle, anderer Seits mit dem ovalen Fenſter in Zuſammenhang ſtehen. Man ſieht ſie bei B. in Fig. 235, noch genauer aber bei M, I, S in Fig 238, wo ſie in etwas vergrößertem Maaßſtabe abgebildet ſind. Ebendaſelbſt ſieht man auch das Vorgebirge (P), und das runde Fenſter (R); das ovale Fenſter kann man nicht ſehen, wie ſogleich gezeigt werden wird. Der Knöchelchen, welche jene Kette zuſammenſetzen, ſind vier; man könnte ſie Ossicula tympanica nennen (gewöhnlich heißen ſie Gehörknöchelchen); man ſieht ſie Fig. 237, um das doppelte der natürlichen Größe vergrößert, dargeſtellt.

Die Namen, welche ſie erhalten haben, bezeichnen mehr ihre äußere Geſtalt, als ihre Functionen. Das erſte iſt der Hammer oder Malleus (M); ſein langer Fortſatz oder Handgriff (H) iſt an dem Centrum des Trommelfells befeſtigt. Das zweite iſt der Amboß oder Incus (I); das dritte, welches der kleinſte von allen Knochen des menſchlichen Körpers iſt, da er, blos die Größe eines Hirſenkorns hat, wird das linſenförmige

Knöchelchen, ossiculum orbiculare, genannt (O)*). Das vierte und letzte Gehörknöchelchen ist der Steigbügel (Stapes) (S), dessen Basis auf der das ovale Fenster überziehenden Membran aufliegt. Alle diese Knöchelchen sind regelmäßig untereinander articulirt, mit all dem gewöhnlichen Apparate wie bei jedem Gelenke, und sie werden durch kleine Muskeln in Bewegung gesetzt, welche ausdrücklich zu diesem Zwecke gebildet wurden. Ihre Verrichtung besteht augenscheinlich darin, die Schwingungen des Trommelfells auf die Membran des ovalen Fensters fortzuleiten, und wahrscheinlich zu gleicher Zeit ihre Stärke zu vermehren.

Die noch mehr gegen innen gelegenen Theile des Gehörorgans bilden den Theil, welcher wegen der Verwicklung seiner gewundenen Gänge das Labyrinth genannt wird. — Man findet es abgebildet bei S V K in Fig 235, wo es in seiner verhältnißmäßigen Lage zur Trommelhöhle u. s. f. dargestellt ist. In Fig. 239 ist es in sehr vergrößertem Maaßstabe abgebildet, losgetrennt von jedem anderen Theile, und befreit von der festen Knochenmasse, in welcher es wie eingebettet liegt. Es besteht aus einem mittleren Theile (V), welchen man den Vorhof oder Vestibulum nennt; vor ihm gehen auf seiner obern und hintern Seite drei röhrenförmige Canäle (X Y Z) aus, welche wegen ihrer Gestalt halbzirkelförmige Canäle genannt worden sind. An die untere und vordere Seite des Vorhofs ist dagegen ein in einer Spirale gewundener Canal angefügt, welcher dem äußeren Anblicke nach große Aehnlichkeit mit der Schale einer Schnecke hat, und deßwegen auch Schnecke, Cochlea, genannt wird (K). Alle diese aus Knochensubstanz

---

) Blumenbach und viele andere Anatomen betrachten es als kein besonderes Knöchelchen, sondern blos als einen kleinen Fortsatz des Amboßes). Diese Ansicht hat durch die Untersuchungen des Mr. Shrapnell eine bedeutende Unterstützung erhalten; sie sind in der Medical Gazette, XII., 172, mitgetheilt.

*) Es fehlt auch in manchen Fällen, wo die übrigen Gehörknöchelchen vollkommen vorhanden sind.

Anm. d. Ueb.

bestehenden Höhlungen sind mit einer äußerst zarten Membran, der Knochenhaut, ausgekleidet und mit einer durchsichtigen, wie Wasser aussehenden, oder einer dünnen gelatinösen Flüssigkeit angefüllt, welche von Breschet Perilymphe genannt wird.*) Man hat diese Flüssigkeit auch Aqua Labyrinthi oder die Cotunische Flüssigkeit genannt, nach dem Namen des Anatomen, welcher sie zuerst genau beschrieben hat.

Innerhalb der Höhle des knöchernen Labyrinth's, welches bis jetzt beschrieben worden ist, sind Membranen enthalten, welche so ziemlich die nämliche Gestalt wie der Vorhof und die halbzirkelförmigen Canäle besitzen, ohne sich jedoch in die Schnecke fortzusetzen. *) Diese Membranen setzen denjenigen Theil zusammen, welchen man, um ihn genau zu unterscheiden, das häutige Labyrinth genannt hat; sie bilden einen zusammenhängenden, geschlossenen Sack. Dieser enthält eine Flüssigkeit, welche De Blainville den Glaskörper des Ohrs (la vitrine auditive) genannt hat, wegen seiner hypothetischen Analogie mit dem Glaskörper des Augs. Diese Flüssigkeit ist dem Aussehen nach der Perilymphe sehr ähnlich, welche das häutige Labyrinth an seiner äußern Seite umgibt, indem sie zwischen den Wänden des knöchernen und häutigen Labyrinth's liegt, und jede Berührung zwischen diesen beiden verhindert. In Fig. 240, wo die Theile noch viel stärker vergrößert sind, als auf der vorhergehenden Abbildung, ist das knöcherne Labyrinth blosgelegt, um die Theile sichtbar zu machen, welche in ihnen eingeschlossen sind, besonders aber das häutige Labyrinth, welches in der Perilymphe (P) flottirt. Die Gestaltung des häutigen Labyrinth's kann man noch viel deutlicher in Fig. 241 sehen, wo es in einer Lage abgebildet ist, welche derjenigen in der vorhergehenden Abbildung ganz gleicht; es ist aber hier von dem knöchernen Labyrinthe ganz abgelöst und blos in seinem Zusammenhang mit den Zweigen des Ge-

*) Annales des Sciences naturelles, V. XXIX, 97.

*) Diese Membranen hängen übrigens mit der Knochenhaut der Schnecke zusammen. — Anm. d. Ueb.

hörnerven dargestellt, welche hereintreten um sich auf seinen verschiedenen Theilen auszubreiten.

Eine einfache Betrachtung dieser beiden Abbildungen, auf welchen die corespondirenden Theile mit den gleichen Buchstaben bezeichnet sind, wird zugleich die Form und die gegenseitigen Verbindungen der drei halbzirkelförmigen Canäle (X Y Z) deutlich machen. Jeder dieser Canäle zeigt an seinem Ursprunge und dem Vorhofe eine ansehnliche Erweiterung (A A A), welche man Ampullen nennt, während sie an ihren anderen Enden, mit welchen sie sich wieder im Vorhof öffnen, keine Vergrößerung ihres Durchmessers bemerken lassen. Man wird ferner sehen, daß zwei dieser Canäle (X und Y) vor ihrer Endigung sich in einen einzigen vereinen. Dieselbe Beschreibung paßt in allen Punkten sowohl auf die knöchernen als auf die häutigen Canäle, welch letztere in jenen eingeschlossen sind. Der zwischen beiden liegende freie Raum (P) ist von der Perilymphe ausgefüllt. Die Form des häutigen Vorhofs erfordert jedoch eine besondere Betrachtung, da er keineswegs eine ganz genaue Nachbildung (Abdruck) der ihn einschließenden knöchernen Höhle ist. Er wird von zwei getrennten Säcken zusammengesetzt, welche sich ineinander öffnen; der eine davon (U) wird **Utriculus** genannt, der andere (S) **Sacculus**. Scarpa und Weber bezeichnen den ersteren mit dem Namen **Sinus oder alveus utriculosus**; Andere nennen ihn **Sacculus vestibuli**; Breschet gibt ihnen den Namen **Sinus medianus** (s. seine oben angeführte Abhandlung **pag. 99**). Jeder dieser beiden Säcke enthält in seinem Innern eine kleine Masse von weißer, kalkartiger Materie (O O), welche wie pulverisirter Kalk aussieht. Es scheint, als werde diese Materie in der von den Säcken eingeschlossenen Flüssigkeit vermöge einer großen Anzahl von Nervenfädchen, welche aus den Gehörnerven (G und N, Fig **396**) entspringen, suspendirt erhalten. Da diese kreideartigen Substanzen sich allgemein in dem Labyrinth aller Säugethiere vorfinden; da sie ferner bei den im Wasser lebenden Thieren einen viel beträchtlicheren Grad von Härte und Entwickelung zeigen, so kann wohl kaum in Zweifel gezogen wer-

den, daß sie bei den Verrichtungen des Gehörs einen Dienst von äußerster Wichtigkeit zu verrichten haben. — Breschet (ibid. pag. 99) nennt diese kreideartigen Körper Otolithen oder Otoconien, je nachdem ihre Consistenz hart oder weich ist.

Was nun die Schnecke betrifft, so ist ihre Structur außerordentlich merkwürdig; sie wird von spiralförmigen Windungen zusammengesetzt, welche eine doppelte Röhre enthalten, oder, besser gesagt, sie besteht aus einem einzigen Kanal, welcher aber durch eine Scheidewand (L, Fig. 240) in zwei Abtheilungen getrennt wird. Man nennt jene Scheidewand das Spiralblatt, lamina spiralis, welches sich durch die ganze Länge des Canals erstreckt, ausgenommen an der äußersten Spitze des Kegels, wo es plötzlich mit einem gekrümmten Ende, dem Hacken, hamulus (H), aufhört, und dadurch eine Oeffnung in dem blinden Ende der Schnecke offen läßt, vermittelst welcher sich die beiden Abtheilungen des Canals mit einander vereinigen. In Fig. 395 ist durch diese Oeffnung eine Borste (B B) geschoben. Die Centralaxe, um welche sich diese Canäle in zwei und einer halben Windung herumlegen, wird die Spindel, modiolus, genannt. Seine Spitze kann man bei M sehen. Die eine der beiden Abtheilungen oder Gänge der Schnecke wird mit dem Namen Vorhofstreppe (scala vestibuli) bezeichnet, und zwar deshalb, weil sie sich in die Höhle des Vorhofs öffnet. Die andere heißt die Paukentreppe (scala tympani), weil sie von der inneren Fläche der Membran entspringt, welche das runde Fenster verschließt (diese letztere heißt Membran tympani secundaria, zweites Trommelfell). Diese Membran bildet die einzige Zwischenwand zwischen der innern Höhle der Paukentreppe nnd der Trommel- oder Paukenhöhle. Der Stamm der Gehörnerven nimmt einen hohlen Raum unmittelbar hinter dem Ventrikel ein; seine Zweige dringen durch ganz kleine Oeffnungen in der knöchernen Platte ein, welche die Windungen jener Höhlung bildet. Zuletzt breiten sich die Nervenzweige auf den verschiedenen Theilen des häutigen Labyrinthes aus *).

*) In Fig. 241 erblickt man (bei G) den vorderen Stamm des

Eine große Dunkelheit liegt noch ausgebreitet über die eigentlichen Verrichtungen, welche von den einzelnen Theilen dieses sehr verwickelten Apparates ausgeführt werden. Uebrigens ist es höchst wahrscheinlich, daß die Schallschwingungen der Luft, welche das äußere Ohr erreichen, in den Gehörgang eindringen, gegen das Trommelfell, welches diesen Canal verschließt, anschlagen, und diese Membran in Schwingungen versetzt, welche dieselbe Häufigkeit besitzen. Hierzu mag die Thätigkeit seiner Muskeln, welche bestimmt zu seyn scheinen, seine Spannung zu reguliren, auch etwas beitragen. Die Schwingungen des Trommelfells erregen zweifelsohne correspondirende Bewegungen in der Luft, welche die Trommelhöhle enthält, welche hinwiederum dieselben der Membran des runden Fensters mittheilt, während auf der andern Seite die das ovale Fenster verschließende Membran ähnliche Eindrücke von dem Steigbügel aus empfängt, welche durch die Kette der Gehörknöchelchen fortgepflanzt wurden. Die Reihe jener Knöchelchen scheint dazu bestimmt, als solide Conductoren bei diesen Schwingungen zu dienen. Auf diese Art wird ferner die Perilymphe oder die im Labyrinthe befindliche Flüssigkeit durch jeden von außen kommenden Schall afficirt, sowohl durch das Medium der in der Trommelhöhle enthaltenen Luft, als vermittelst der Gehörknöchelchen. Die Schwingungen, welche so hervorgebracht wurden, üben endlich auf die zarten Endigungen der Nervenfäden ihren Eindruck aus, welche über das häutige Labyrinth ausgebreitet sind. Werden diese Eindrücke zuletzt auf das Gehirn übergetragen, so folgt unmittelbar auf sie die Wahrnehmung eines Schalls.

Gehörnerven, wie er Aeste zu den Ampullen (A A), dem Utriculus (U) und den kreideartigen Körpern giebt, welche derselbe enthält. Der hintere Stamm (N) theilt sich in einen Zweig (S), welcher den Sacculus mit Nerven versieht, sowie den in ihm enthaltenen kreideartigen Körper (O), und in einem andern Zweig (K), welcher sich in der Schnecke ausbreitet. Bei D ist der Nerv abgebildet, den man die portio dura nennt, welche aber blos den Gehörnerven begleitet, ohne irgend eine Beziehung zu dem Gehörsinn selbst zu haben. In Fig. 235 sieht man den Gehörnerven (N), wie er von hinten in den Vorhof eindringt.

Was die Bestimmung betrifft, die von den gewundenen Canälen der Schnecke und der halbzirkelförmigen Canäle erfüllt werden soll, so läßt sich darüber kaum eine haltbare Hypothese aufstellen. Uebrigens unterliegt das keinem Zweifel, daß die Verrichtungen aller dieser Theile von höchster Wichtigkeit seyn müssen, sowohl hinsichtlich der Feinheit als der Richtigkeit des Gehörs. Es ist eine auffallende Uebereinstimmung zu bemerken zwischen der Lage und Richtung der drei halbzirkelförmigen Canäle (wovon zwei senkrecht, einer horizontal liegen, und deren Ebenen gegenseitig eine perpendiculäre Lage zu einander haben), und den drei Hauptdimensionen, nach welchen die geometrische Verhältnisse des Raums bestimmt werden. Man könnte hieraus den (freilich hypothetischen) Schluß ziehen, die Absicht dieser Einrichtung bestehe darin, die Mittheilung von Schwingungen jeglicher Art, in welcher Richtung sie immer anlangen mögen, möglich zu machen. Die Vermuthung ist ferner gar nicht unwahrscheinlich, daß das Zurückkehren der Schwingungen welche durch jene Canäle bereits hindurchgelaufen sind, in den Vorhof die Wirkung habe, auf einmal allen weiteren Bewegungen des Fluidum ein Ziel zu setzen, um dadurch die Fortdauer des Eindrucks zu verhindern, welcher bereits auf die Nerven ausgeübt worden ist. Derselbe Nutzen kann den doppelten Spiralwindungen der Canäle in der Schnecke zugeschrieben werden; denn die Undulationen des in der Paukentreppe befindlichen Fluidum, welche diesen von dem Membran des runden Fensters aus mitgetheilt worden waren, werden auf diejenigen treffen, welche längs der Vorhofstreppe fortgehen, und von der Membran des ovalen Fensters herrühren; diese verschiedenen Undulationen werden dann, ähnlich zwei von entgegengesetzter Richtung herkommenden Wellen mit der Absicht aufeinander stoßen, sich gegenseitig zu vernichten. Auf diese Art wird jeder von außen kommende Schall blos einen einzigen momentanen Eindruck hervorbringen, da eine Verlängerung der Undulationen des im Labyrinthe befindlichen Fluidum durch ihr gegenseitiges Aufeinandertreffen und Neutralisiren verhindert wird*).

*) Die weniger wesentlichen, präliminarischen Glieder in dem so

§. 3. Vergleichende Physiologie des Gehörs.

Die Structur der Gehörorgane stellt sich uns bei den niedriger stehenden Thieren als eine regelmäßige Stufenleiter dar. Sie fängt mit dem einfachen Vorhofe an, welcher einen häutigen, mit Nervenfäden versehenen, Sack enthält, welche Theile denn als die allein wesentlichen des Gehörorgans betrachtet werden können; schreitet dann zu der successiven weiteren Ausstattung mit halbzirkelförmigen Canälen, ovalem Fenster, Trommelhöhle, Gehörknöchelchen, Trommelfell, Gehörgang, Schnecke und Ohrmuschel vor, bis sie endlich die Combination aller dieser Theile in den höheren Ordnungen der Säugethiere erreicht hat. Die einfacheren Formen treffen wir im Allgemeinen bei den im Wasser lebenden Thieren, wahrscheinlich weil die Schallwellen durch das Wasser mit einem höhern Grade von Schnelligkeit und Stärke fortgepflanzt werden, als durch die Luft, und somit keinen accessorischen Apparat zu ihrer Concentration erfordern. Der Hummer z. B. hat eine Höhle, welche den Vorhof vorstellt (zu sehen bei V, in Fig. 244), und einen membranösen Sack enthält mit einer gestreiften Furche (G); der letztere enthält seine Nervenfäden von dem Gehörnerven. Dieser Vorhof wird auf allen Seiten von der Schale beschützt, ausgenommen

---

eben beschriebenen Processe sind zum Hören nicht unumgänglich nothwendig, denn es wurden schon viele Beispiele beobachtet, wo durch Krankheiten das Trommelfell und selbst die Gehörknöchelchen*) zerstört worden waren, ohne daß die Fähigkeit zu hören im mindesten dadurch beeinträchtigt worden wäre. Eine kleine Oeffnung im Trommelfelle bringt seiner Fähigkeit, zu schwingen, keinen Schaden; wenn aber die ganze Membran zerstört ist und die Gehörknöchelchen verloren gegangen sind, so ist im Allgemeinen eine beinahe totale Taubheit die Folge davon. Nach Verfluß einiger Zeit jedoch kann das Gehör in einem bedeutenden Grade wieder zurückkehren, ohne daß die Fähigkeit, die musicalischen Töne zu unterscheiden, eine Verminderung erlitten hätte. Siehe zwei Abhandlungen von Sir Asthley Cooper, in den Philosoph. transact. for 1800, pag. 151, und für 1801, pag. 437.

*) Wenn aber auch der Steigbügel verloren gegangen ist, so tritt immer Taubheit ein. — Anm. d. Ueb.

an einer einzigen Stelle, wo er blos von einer Membran (E) geſchloſſen wird, welche man daher als Analogon des ovalen Fenſters betrachten kann. — Die äußere Seite dieſer Membran beim gewöhnlichen Flußkrebs (Astacus fluviatilis) kann man bei F Fig. 246 abgebildet ſehen, während Fig. 402 die innere Seite derſelben Membran darſtellt (F) in Verbindung mit dem geöffneten Vorhofe (V) und dem Gehörnerven (N), der die Schale durchdringt, um ſich an dem Sacculus auszubreiten.

Aus einer Menge von Beobachtungen geht deutlich hervor, daß die Inſecten ſowohl in ihren Larven als auch im vollkommen entwickelten Zuſtande die Fähigkeit zu Hören wohl beſitzen; aber man hat noch keine ſichere Kenntniß von den Theilen erlangen können, welche dieſem Sinn wohl vorſtehen möchten. Die vorherrſchende Anſicht der Inſectenkundigen beſteht darin, daß wahrſcheinlich irgend ein Theil der Fühlhörner als der Sitz des Gehörs zu betrachten ſey; Organe, von welchen man vermuthet, daß ſie eine beſondere Empfindlichkeit für die Schwingungen der atmoſphäriſchen Luft haben möchten. Dieſe Hypotheſe gründet ſich beſonders auf die Analogie mit den Kruſtenthieren, deren Antennen an ihrer Wurzel die bereits oben beſchriebene Veſtibularhöle enthalten. Aber auf der andern Seite widerſpricht einer ſolchen Annahme die Thatſache, daß die Spinnen ſehr ſcharf hören, ohne Antennen zu beſitzen. Ueberdieß hat man Verſuche angeſtellt, welche beweiſen, daß auch ſolche Inſecten, denen man die Antennen abgeſchnitten hatte, ihre Fähigkeit zu hören dadurch nicht einbüßen. Comparetti hat bei einer großen Anzahl von Inſecten Vorrichtungen beſchrieben, welche ſeiner Meinung nach Gehörorgane vorſtellen ſollten. Aber ſeine Beobachtungen ſind von anderen Naturforſchern keineswegs beſtätigt worden, und ihre Richtigkeit muß daher als höchſt zweifelhaft erſcheinen. (Vergleiche hierüber De Blainville, de l'organisation des animaux. Vol. I, 565.)

Kein einziges Thier unter den Molluſken ſcheint des Gehörſinns theilhaftig geworden zu ſeyn, auch nicht im geringſten Grade. Blos die höher organiſirten Cephalopoden machen eine Ausnahme, denn bei ihnen findet man am untern

Theile des Knorpelrings, welchen man als das erste Rudiment eines Schädels betrachten zu dürfen glaubt, eine Wölbung, welche in ihrem Innern zwei rundliche Höhlen enthalten. Diese umschließen zwei membranöse Säckchen, welche aneinander anstoßen und von einer Flüssigkeit umgeben sind, so daß sie die Wandungen jener Höhlen nicht unmittelbar berühren. Sie entsprechen augenscheinlich den Säcken des Vorhofs, und jeder enthält auch einen kleinen kalkartigen Körper, welcher in den häutigen Säckchen durch zarte Nervenfäden schwebend erhalten wird, ähnlich dem Klöpfel einer Glocke, und wahrscheinlich auch eine diesem Werkzeuge ähnliche Verrichtung hat. Denn da dieser Körper bei jeder Undulation der ihn umgebenden Flüssigkeit in eine zitternde Bewegung gerathen muß, so wird er an die Membran anschlagen, und einen ähnlichen, nur noch viel stärkeren Impuls auf die Nerven hervorbringen, an welchen er befestigt ist, indem er so die Eindrücke, welche auf diese Nerven ausgeübt wurden, bedeutend vermehrt.*) Die mechanische Wirkung eines Apparats der Art wird durch den ganz einfachen Versuch deutlich, welchen Camper anführt. Bringt man nämlich in eine mit Wasser gefüllte Blase ein Marmorstückchen, und hält sie in der Hand, so findet man, daß die leichteste Erschütterung der Blase die Bewegung dem Stückchen Marmor augenblicklich mittheilt, und die Rückwirkung des letzteren auf die Blase ertheilt der Hand eine ganz unerwartet heftige Erschütterung.

Bei dem Gehörorgane der Fische treten mit dem Vorhofe noch die drei halbzirkelförmigen Canäle in Verbindung, welche im Allgemeinen bedeutend entwickelt sind. Bei der Lamprete jedoch sind diese Canäle blos in einem rudimentären Zu-

*) Dieser Beschreibung nach scheint der Hr. Verfasser zu glauben, jene krystallinischen, kalkartigen Körper seyen in unmittelbarer Verbindung mit den Nervenfäden selbst, denn er sagt, die Säckchen enthielten solche Körper „Suspended from the vesicles by slender nervous filaments, like the clapper of a bell, etc., s. oben. — Diese würde jeder Analogie geradezu widersprechen Nach den besten Beobachtern verbreiten sich die feinen Nervenfäden blos an den Säckchen selbst. Auch stoßen jene zwei Säckchen nicht unmittelbar aneinander, sondern sind durch eine knorpliche Scheidewand getrennt. Anm. d. Ueb.

ſtande vorhanden, indem ſie als bloße Falten der Membran des Vorhofs erſcheinen; es fehlen hier auch die kreideartigen Körper in dem häutigen Sacke des Vorhofs. In Fig. 248 iſt das häutige Labyrinth des Lophius piscatorius (Seeteufels) in vergrößertem Maßſtabe dargeſtellt, um die Geſtaltung und den Zuſammenhang ſeiner einzelnen Theile deutlich zu machen; ſie ſind zweimal mehr, als die natürliche Größe beträgt, vergrößert. X Y Z ſind die halbzirkelförmigen Canäle, mit ihren jedem angehörenden Ampullen (A A A). M iſt der Sinus medianus oder der größte Sack des Vorhofs, mit ſeiner vorderen Ausbreitung oder dem Utriculus (U). Der Sacculus (S) hat auf gleiche Weiſe einen hinteren Anhang (C), welcher Cysticula genannt wird. — Die harten kreideartigen Körper ſind drei an der Zahl (O O O,) man ſieht die Nervenzweige (I I I), durch welche ſie in der Flüſſigkeit ſuſpendirt erhalten werden, welche ſich innerhalb der Membranen befindet, wie ſie durch dieſe hindurchtreten, während die Ampullen von andern Nervenzweigen (N N N) verſehen werden. Bei allen Knochenfiſchen iſt das Labyrinth nicht in den Knochen des Schädels eingeſchloſſen, ſondern ragt unmittelbar in der Schädelhöhle hervor. Aber bei den größeren Knorpelfiſchen, zu welchen zum Beiſpiel die Ordnungen der Rochen nnd Haifiſche gehören, wird es von einer feſten Knochenſubſtanz umgeben, und iſt von dem Innern der Schädelhöhle aus nicht zu ſehen. Bei dieſen letzteren Fiſchen treffen wir zuerſt ein Rudiment des äußeren Gehörgangs an, indem ſich ein Canal von der inneren Seite des Vorhofs zu dem obern und hintern Theile des Schädels erſtreckt; an dieſer Stelle wird er von einer Membran verſchloſſen, über welche ſich die allgemeinen Hautdecken herziehen.

Bei den im Waſſer lebenden Reptilien iſt das Gehörorgan ungefähr nach demſelben Plane conſtruirt, wie das der Fiſche. So beſitzt z. B. der Triton oder Waſſerſalamander einen Vorhof, in welchem blos ein einziger kreideartiger Körper enthalten iſt, und drei halbzirkelförmige Canäle, welche von keinem ſie umhüllenden Knochen beſchützt werden. Bei dem

Frosche dagegen finden wir zuerst eine besondere Höhle, welche von einer Membran verschlossen wird; diese liegt in einem und demselben Niveau mit den allgemeinen Hautdecken, an jeder Seite des Kopfes. Von dieser Höhle aus, welche derjenigen der Trommelhöhle entspricht, geht eine Eustachische Röhre aus; in der Höhle selbst findet man einen Trompetenartig gestalteten Knochen, welcher Columella genannt wird. Dieses Knöchelchen erstreckt sich von der äußern Membran, welche hier als ein Trommelfell betrachtet werden muß, zu der Membran des Vorhofs oder zum ovalen Fenster. Bei den Cheloniern (Schildkröten) ist die Structur des Gehörorgans im Wesentlichen dieselbe wie beim Frosche, aber die Trommelhöhle und Columella zeigen eine beträchtlichere Länge. Bei den eidechsenartigen Reptilien (Sauriern) nimmt die Höhlung der Trommelhöhle einen noch beträchtlicheren Raum ein, und das Trommelfell ist sehr deutlich ausgebildet; diese Thiere haben auch einen äußerst feinen Gehörsinn. Bei dem Crocodile wird das Labyrinth von einem Knochen eingeschlossen, und enthält drei kalkartige Körper; dasselbe ist ferner mit einem Anhange versehen, welcher als das erste Rudiment einer Schnecke angesehen worden ist. An der äußeren Oeffnung des Gehörorgans sind zwei Hautfalten, welche viele Aehnlichkeit mit Augenliedern haben; sie scheinen gleichsam die ersten Spuren von der Entwicklung eines äußeren Ohrs zu seyn.

Die Einrichtung des Gehörorgans bei dem Crocodile ist nur als eine Annäherung an diejenige zu betrachten, welche wir bei den Vögeln vorherrschend finden, wo dieses Organ im Verhältniß zur Größe des Kopfes sehr bedeutend entwickelt ist.

Die rudimentäre Schnecke kann man auf Fig 250 bei K erblicken, wo diese Organe von Truthahn dargestellt sind; sie hat eine bedeutende Größe und ist leicht gekrümmt. In der Trommelhöhle (T) erblickt man die Columelle, welche sich bis zum ovalen Fenster erstreckt; jenseits derselben finden sich die halbzirkelförmigen Canäle (S), die knöchernen Zellen (B), welche mit der Trommelhöhle in Verbindung stehen, das os quadratum (Q), der Jochfortsatz processus Zygomaticus (Z) und

der Unterkiefer (l). Man findet bei den Vögeln das Trommelfell nicht mehr an der Oberfläche, wie früher, sondern es liegt im Grunde eines kurzen Gehörgangs verborgen, dessen äußere Oeffnung mit Federn kreisförmig umgeben wird; diese sind so angeordnet, daß sie als eine Art von unvollkommener Ohrmuschel betrachtet werden können. Bei den Eulen ragen diese Federchen hervor, was ihnen ein characteristisches Aussehen gibt; man findet überdieß bei ihnen eine große häutige Falte, welche mit kurzen Federchen besetzt ist, und wie eine Klappe zugeschlossen werden kann, um den Eingang zu beschützen.

Die auffallendste Eigenthümlichkeit, welche uns in dem inneren Gehörorgane der Säugethiere aufstößt, besteht in der bedeutenden Entwicklung der Schnecke, deren Canäle in einer Spirallinie gewunden sind, und dadurch das Aussehen einer gewundenen Schneckenschale annehmen. Man hat aus einer umfassenden Vergleichung der relativen Größe der Schnecke bei verschiedenen Ordnungen der Säugethiere den Schluß gezogen, daß dieselbe in einem ziemlich beständigen Verhältnisse zu dem Grade der Feinheit des Gehörsinns stehe, und daß sie folglich zu der Vervollkommnung dieser Fähigkeit einen wesentlichen Beitrag leiste. So haben zum Beispiel die Fledermäuse, welche bekannter Maaßen ein äußerst feines Gehör besitzen, eine Schnecke von ganz ausserordentlicher Größe, wenn man dieselbe mit den anderen Theilen des Gehörorgans vergleicht. — Die Gehörknöchelchen haben blos bei den Säugethieren ihre vollkommene Entwicklung erreicht. *) Es ist auch allein bei diesen Thierclassen, daß wir eine Ohrmuschel oder ein äußeres Ohr, welches in seiner Gestaltung bestimmt ausgesprochen ist, antreffen. Der Nutzen dieses Theils, welcher im Auffangen und Sammeln der Schallwellen der atmosphärischen Luft besteht, kann aus dem Umstande abgeleitet werden, daß eine große und sehr bewegliche Ohrmuschel im Allgemeinen in Verbindung mit einer großen Feinheit des Gehörs vorkommt. Dieß ist ganz besonders der Fall bei schwachen und sehr furcht-

*) Geoffroy St. Hilaire vermuthet, daß diese Gehörknöchelchen den Knochenstücken, welche den Kiemendeckel bei Fischen zusammensetzen, ent-

samen Quadrupeden, wie z. B. beim Hasen und Kaninchen, welche immer auf der Wacht stehen, die entferntesten Zeichen von Gefahr aufzufassen, welche ihre Ohren daher rückwärts wenden, das heißt in der Richtung ihrer Verfolger. Im Gegentheil sind die äußeren Ohren der Raubthiere vorwärts gerichtet, das heißt in der Richtung des Gegenstandes ihrer Verfolgungen. Diese Verschiedenheit in der Art ihrer Verrichtungen beschränkt sich keineswegs auf das äußere Ohr, sondern läßt sich auch in dem knöchernen zu der Trommelhöhle führenden Gehörgang wiederfinden.

Die Cetaceen, insofern sie, genau genommen, Wasserbewohner sind, besitzen kein äußeres Ohr, und der zu der Trommelhöhle führende Gehörgang ist ein äußerst enger, gewundener Kanal, welcher aus Knorpel- und nicht aus Knochensubstanz besteht, und eine sehr kleine Oeffnung gegen außen hat. Bei den Delphinen ist diese Oeffnung so eng, daß sie kaum das Einführen einer Stecknadel möglich macht; auch beim Dügong (Seemaid — Halicore cetacea) ist sie außerordentlich klein. Diese Einrichtung hat augenscheinlich den Zweck, das Eindringen der geringsten Menge von Wasser zu verhindern. — Sehr wahrscheinlich ist es, daß bei diesen Thieren der Hauptkanal, durch welchen die Schallwellen in's Innere des Gehörorgans dringen, die Eustachische Trompete ist*). Offenbar aus demselben Grunde macht der Gehörgang bei dem Seehunde mehrere cirkelförmige Windungen; daher mag es auch kommen, daß bei Ornithorhynchus paradoxus (Schnabelthier) der Gehörgang um den Schläfenknochen sich herumwindet, und mit

---

sprechen möchten; dieser Ansicht gemäß würde dann folgen, daß dieselben bei den Fischen ihren höchsten Grad von Entwicklung erreicht hätten.
Anm. d. Ueb.

*) Dieß wird von W. Rapp (über die Gehörwerkzeuge der Cetaceen. Tübingen 1836. Programm) in Zweifel gezogen, weil das Nasenloch nicht immer offen ist, und die Eustachische Röhre keine feste Wände hat, sondern weich und collabirend ist. Derselbe hält es für wahrscheinlich, daß die Schallwellen von dem ganzen Körper, besonders von dem großen Kopfe aufgenommen, und zum inneren Gehörorgan fortgeleitet werden.
Anm. d. Uebers.

richtet seyn mögen, so ist doch von selbst einleuchtend, daß wir nicht im Stande seyn werden, die Trefflichkeit seines Mechanismus richtig zu schätzen, wofern wir nicht auch die Zwecke kennen gelernt haben, welche jeder derselben zu erfüllen bestimmt ist, so wie die Mittel, welche die Erfüllung jener Zwecke möglich machen. Unzählbar ist die Menge der Werke der Schöpfung, deren künstliche und scharfsinnige Anlagen wir gar nicht im Stande sind gehörig zu würdigen, weil wir blos die letzten Wirkungen auffassen können, und weil für uns die Operationen, vermöge welcher diese Wirkungen erst hervorgebracht werden, in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt sind.

Bei dem Versuche, diese geheimnißvollen Verrichtungen der thierischen oder vegetabilischen Oeconomie zu erforschen, ist es uns gerade, als seyen wir in dem Durchlesen eines Werkes begriffen, welches in einer uns unbekannten Sprache geschrieben ist, wo wir zwar die Bedeutung, den Sinn einiger weniger Worte und Gedanken erfaßt haben, welche hinreichen, uns zu zeigen, daß das Ganze voll von den tiefsten Ideen ist, und eine Erzählung von dem höchsten Interesse und Wunder enthält, wo es aber uns überlassen bleibt, die Bedeutung und den inneren Zusammenhang der Stellen allein unter Anleitung entfernter Analogieen oder unbestimmter Conjecturen aufzufassen. Wo wir auch immer so glücklich seyn mögen, einen zusammenhängenden Theil der Abhandlung entziffern zu können, finden wir sie ausgezeichnet durch jene Vollendung des Styls, und jene Erhabenheit der Auffassung, welche mit einem Male die Hand eines Meisters erkennen läßt, und welche in uns das heftigste Verlangen erweckt, die weiten Spalten, welche unaufhörlich in der geheimnißvollen und begeisternden Erzählung uns in den Weg treten, auszufüllen. — In dem Gegenstande jedoch, welcher jetzt unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen soll, wurde es uns vergönnt, den inneren Zusammenhang des Planes und die unendliche Reihe von Mitteln, welche zur Ausführung desselben in Anwendung gesetzt worden sind, und in einer beträchtlichen Ausdehnung verfolgen zu können. Die Absicht des herrlichen Schöpfungsplanes, welche uns auf diese Art enthüllt wird, ist

ganz dazu geeignet, uns die erhabensten Begriffe von der unendlichen Weisheit, Macht und Güte des Schöpfers beizubringen.

Keinem der andern Werke des Schöpfers, welche zu betrachten uns gestattet ist, sind die Charactere seiner Absicht tiefer und leserlicher aufgedrückt worden, als dem Organe des Gesichts, wo die Beziehung jedes einzelnen Theils zu der Wirkung, welche erzielt werden sollte, allzudeutlich in die Augen springt, als daß sie verkannt werden könnten, und auch die Art und Weise, wie jeder Theil wirkt, liegt zu gleicher Zeit innerhalb des Bereiches unserer Begriffe. — Von allen Vorrichtungen, welche uns im animalischen Körper aufstoßen, ist diese vielleicht diejenige, welche noch am ehesten eine genaue Vergleichung mit den Werken der menschlichen Kunst gestattet. Denn das Auge ist in der That als ein außerordentlich feines optisches Instrument zu betrachten, dessen Vollkommenheiten man nie in ihrem ganzen Werthe beurtheilen kann, bis wir eine solche Vergleichung zwischen beiden angestellt haben. Die gründlichsten wissenschaftlichen Untersuchungen der Anatomie und Physiologie des Auges kommen darin überein, daß sie zeigen, wie das Ganze seiner Structur auf das Genaueste und Scharfsinnigste den physicalischen Gesetzen des Lichts angepaßt ist, und daß alle seine Theile mit jener mathematischen Genauigkeit vollendet sind, welche die Sicherheit der Wirkung nothwendig voraussetzt, und welcher keine menschliche Arbeit je hoffen kann, auch nur von Weitem nahe zu kommen, viel weniger, sie zu erreichen.

Zu einer weitern Verfolgung dieser Untersuchung fühlen wir uns ferner aufgefordert durch das dankbare Bewußtseyn der unberechenbaren Vortheile, welche für uns hervorgehen aus dem Sinne des Gesichts, diesem auserwähltesten und am meisten bezaubernden aller Vorzüge unseres Körpers. Der Werth dieses Sinnes muß aber in der That unschätzbar erscheinen, wenn wir bedenken, wie groß der Bereich unserer Empfindungen und Denkverrichtungen ist, dessen vermittelnde Quelle er bildet. Nicht allein, daß er uns eine ausgedehnte Herrschaft über die uns umringenden Gegenstände gegeben, und uns befähigt hat, die entferntesten Regionen unserer Erde zu durchdringen und zu erforschen,

ist auch er es, welcher uns, indem er unseren Blicken den Zutritt zu den entferntesten Grenzen der Schöpfung gestattet, in die Erkenntniß jener Körper eingeführt hat, welche das Sonnensystem zusammensetzen; jener zahllosen Schaaren von Gestirnen nämlich, welche über das ganze Firmament zerstreut sind. Die Gesichtseindrücke sind es, welche während der Periode der Kindheit die hauptsächlichsten Mittel darbieten, die Kräfte des Verstandes mehr und mehr zu entwickeln. Diese Classe von Perceptionen ist es ferner, zu welcher der philosophische Denker für seine tauglichsten und deutlichsten Darstellungen seiner Berechnung Zuflucht nimmt, und eben dieselbe unerschöpfliche Quelle ist es auch, aus welcher der Dichter die ergötzlichsten und schönsten, sowie auch die erhabensten Produkte seiner Phantasie schöpft.

Der Gesichtssinn ist dazu vorhanden, um demjenigen Individuum, welches ihn besitzt, die Kenntniß von der Gegenwart, der Lage und den Farben äußerer und entfernter Gegenstände zu verschaffen; dieß geschieht vermittelst der Lichtstrahlen, welche diese Gegenstände beständig aussenden, entweder von sich selbst, oder durch Reflectirung derselben von andern Körpern. Es hat den Anschein, als ob es blos einen einzigen Theil des Nervensystems gebe, welcher vermöge seiner ganz eigenthümlichen Organisation die Fähigkeit erhalten hat, durch Lichtstrahlen den gehörigen Eindruck zu empfangen, und der Seele die Sensation von Licht zuzuführen. Dieser Theil ist nun die Netzhaut (Retina), welche diesen Namen ihres äußerst feinen und zarten membranösen Netzwerkes wegen erhalten hat, worauf sich die weichen Endigungen der Sehnerven ausbreiten, welche eine unmittelbare Communication zwischen diesem Theile und dem Gehirne bewerkstelligen.

Wenn das Auge eine solche Einrichtung erhalten hätte, vermittelst deren es den Lichtstrahlen, welche von den umgebenden Gegenständen ausgesandt werden, möglich wäre, geradezu wie sie anlangen auf die Netzhaut selbst zu treffen; so würde die einzige Wirkung, welche sie in der Seele möglicher Weise hervorbringen könnten, eine allgemeine Empfindung von Licht seyn, die in gleichem Verhältnisse stünde mit der ganzen Menge von

Lichtstrahlen, welche dem Organe von der ganzen, ihm gegenüber liegenden Hemisphäre zugesandt worden sind. Darin besteht jedoch eigentlich das wahre Wesen des Sehens keineswegs; denn um die Gegenwart irgend eines einzelnen Gegenstandes in seiner wirklichen Richtung und gegenseitigen Lage zu uns zu erkennen, ist es durchaus nothwendig, daß die von jenem Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen, und zwar diese Lichtstrahlen ganz allein, ihren Eindruck ausschließlich auf eine besondere Stelle der Netzhaut ausüben. Denn es ist von selbst einleuchtend, daß wenn den Lichtstrahlen, welche von irgend einem andern Gegenstande ausgehen, erlaubt wäre, zu gleicher Zeit mit den erstern auf ebendieselbe Stelle der Netzhaut einen Eindruck zu machen, diese beiden Einwirkungen sich mit einander vermischen, und sich gegenseitig hindern würden, so daß sie blos einen verwirrten Eindruck auf das Gehirn und die Seele hervorbringen könnten. Die Gegenstände in einem Zimmer zum Beispiel werfen alle zusammen ihre Lichtstrahlen auf ein Stück Papier, welches auf den Fußboden gelegt worden ist; diese Lichtstrahlen aber, weil sie gleichförmig über jeden Theil der Oberfläche dieses Papiers ausgebreitet sind, geben kein Mittel an die Hand, die Quellen zu unterscheiden, von welchen jeder Theil dieser Lichtstrahlen ausgesandt worden ist; oder, mit andern Worten, die respectiven Formen, Lagen und Farben jener Gegenstände selbst zu erkennen. Wir wollen nun zu der Betrachtung der Modificationen übergehen, welche in dem Bau des Sehorgans angebracht wurden, um alle diese Bestimmungen zu erfüllen.

§. 2. Ueber die Art, wie das Sehen bewerkstelligt wird.

Wir wollen uns vorstellen, als hätte man uns das Problem zur Lösung aufgegeben, einen Apparat zu erfinden, durch welchen wir, wenn die bekannten Eigenschaften des Lichts bei seiner Construction benützt werden, die Concentration aller der Strahlen, welche von den respectiven Puncten des zu sehenden Gegenstandes ausgehen, auf gesonderte Puncte der Netzhaut bewerkstelligen könnten, so wie alle anderen Lichtstrahlen

auszuschließen vermöchten. Welchen Apparat wir ferner so einrichten müßten, daß die auf diese Art erleuchteten Punkte der Netzhaut dieselbe relative Lage unter einander hätten, welche die entsprechenden Punkte der uns umgebenden Gegenstände in der Wirklichkeit haben. Mit andern Worten, wir wollen annehmen, daß wir den Auftrag erhalten hätten, eine Methode ausfindig zu machen, vermittelst welcher wir auf der Netzhaut ein ganz getreues Gemälde in Miniatur von den außer uns befindlichen Gegenständen abbilden könnten.

Da es als ein Fundamentalgesetz in der Optik gilt, daß die Lichtstrahlen, so lange sie durch ein und eben dasselbe Medium hindurchdringen, in gerader Linie fortgehen, so würde das einfachste Mittel zur Erreichung des uns vorgesetzten Zweckes darin bestehen, bloß einen einzigen Lichtstrahl, welcher direct von dem Theile des Objects, welcher auf der Netzhaut abgebildet werden soll, ausgeht, in das Auge eintreten zu lassen, und auf den für ihn geeigneten einzelnen Punkt der Netzhaut hinzuleiten, während man alle andern Lichtstrahlen ausschließen würde. Um diese Absicht wirklich in Ausführung zu bringen, steht uns die Wahl zwischen zweierlei Methoden frei, zu welchen beiden die Natur je nach den besonderen Umständen ihre Zuflucht genommen hat.

Die erste Methode besteht darin, für jeden dieser einzelnen Lichtstrahlen eine besondere Röhre mit geschwärzten Wänden herzurichten, welche dann nur dem Lichtstrahle, welcher durch sie hindurchdringt, und keinem andern, erlaubt, auf seinen respectiven Punkt der Netzhaut aufzufallen, welche an dem entgegengesetzten Ende der Röhre angebracht seyn müßte. Die passendste Form, welche man der Oberfläche der Netzhaut, die ausgebreitet seyn müßte, um die Lichtstrahlen von allen diesen Röhren aufnehmen zu können, geben könnte, scheint die einer converen Hemisphäre zu seyn, während die vorzüglichste Art der Vertheilung der Röhren darin bestünde, dieselbe so aufzustellen, daß sie gleichsam die divergirenden Radii dieser Halbkugel, senkrecht an jeder einzelnen Stelle auf die Oberfläche der Netzhaut gerichtet, darstellten. Diese Vorrichtung wird durch Vergleichung mit Fig 251 verständlich werden, wo ein Abschnitt des ganzen

Organs dargestellt ist. T T bezeichnet die Röhren, welche wie die Radii eines Kreises überall perpendiculär auf die convexe hemisphärische Oberfläche der Netzhaut (R) gerichtet sind. Auf diese Art wird ein Bild entstehen, welches aus den geraden, von jedem respectiven Punkte des Objects, gegen welches die Röhren gerichtet sind, ausgehenden Lichtstrahlen zusammengesetzt wird. Ferner werden diese Punkte des Bildes gegen einander dieselbe relative Lage haben, wie die äußeren Gegenstände, von welchen sie ursprünglich ausgiengen, und folglich diese letzteren ganz der Wahrheit getreu darstellen.

Die zweite Methode, welche so ziemlich das Gegentheil von der ersteren ist, besteht darin, die Lichtstrahlen durch eine kleine Oeffnung in eine Höhlung treten zu lassen, auf deren entgegengesetzter und innerer Seite die Netzhaut ausgebreitet liegt, welche dann eine concave anstatt einer convexen hemisphärischen Oberfläche darstellen würde. Die Art, nach welcher diese Vorrichtung berechnet ist, um ihrer beabsichtigten Bestimmung zu entsprechen, wird leicht verständlich werden, wenn man sich eine Kammer (wie sie auf Fig. 252 dargestellt ist) vorstellt, in welche keinem Lichtstrahle der Eintritt gestattet ist, ausgenommen denjenigen Lichtstrahlen, welche durch ein kleines Loch in einen Fensterladen eindringen können, um dann auf die entgegengesetzte Wand des Zimmers zu fallen. Es ist einleuchtend, daß in diesem Falle jeder Lichtstrahl wieder eine verschiedene Stelle der Wand beleuchten wird, und daß ferner das ganze äußere Bild auf dieser Wand der Wahrheit getreu dargestellt werden wird. Denn die verschiedenen beleuchteten Puncte, welche dieses Bild zusammensetzen, behalten unter einander eben dieselbe relative Lage, wie sie von den von ihnen dargestellten Objecten in der Wirklichkeit stattfindet, obschon sie in Beziehung auf die wirklichen äußeren Objekte eine umgekehrte Lage haben. Diese Umkehrung des Bildes (siehe Fig. 252) ist eine nothwendige Folge davon, daß alle die verschiedenen Lichtstrahlen auf einem und eben demselben Puncte, nämlich in der kleinen Oeffnung des Fensterladens, durch welche sie hereindringen, sich durchkreuzen.

Wenn man die Beleuchtung eines jeden Punctes der Wand

auf die von einem einzelnen Lichtstrahl hervorgebrachten beschränkt, wie dieß bei der letzterwähnten Methode der Fall ist, so geht daraus die einzige Unannehmlichkeit hervor, daß das auf diese Art hervorgebrachte Bild nothwendig sehr schwach und blaß seyn muß. Wenn wir aber, in der Absicht diesem Mangel abzuhelfen, jene Oeffnung größer machen wollten, so würde zwar das Bild in der That heller werden, allein es würde zu gleicher Zeit wegen der Vermischung und gegenseitigen Störung anderer nebenliegender Lichtstrahlen, an Bestimmtheit und Schärfe verlieren, denn alle Lichtstrahlen würden auseinandergestreut, die Umrisse beschattet, und das ganze Gemälde dadurch verwirrt werden.

Die einzige Art, auf welche sowohl Bestimmtheit und Schärfe des Bildes, als auch eine verstärkte Beleuchtung desselben bezweckt werden kann, besteht darin, in einem einzigen Punkt eine große Anzahl von Lichtstrahlen, welche von den correspondirenden Puncten des darzustellenden Objects ausgehen, zu sammeln. Eine solche Sammlung von vielen, von einem einzigen Puncte ausgehenden Strahlen, wird in der Kunstsprache der Optik ein Strahlenbündel genannt, so wie der Punkt, auf welchem sie vereinigt werden, mit dem Ausdrucke Focus oder Brennpunct bezeichnet wird. Um einen solchen Strahlenbündel in einen Focus zu vereinigen, müssen, wie von selbst deutlich ist, alle einzelnen Lichtstrahlen, mit einziger Ausnahme desjenigen, welcher in einer geraden Linie von dem Objecte zu dem Focus vorgeht, gebeugt, deflectirt werden, das heißt, sie müssen ihre geradlinige Richtung verlassen. Diese Wirkung kann durch die sogenannte Refraction oder Strahlenbrechung hervorgebracht werden, welche in Folge eines andern optischen Gesetzes eintritt; ein Gesetz, wovon das Folgende eine kurze Erläuterung geben wird.

Blos dann, wenn das Medium, durch welches die Lichtstrahlen hindurchgehen, von gleichförmiger Dichtigkeit ist, verbleibt die Richtung derselben imm ergeradlinig. Wenn aber diese Dichtigkeit verschieden ist, oder wenn die Lichtstrahlen in schiefer Richtung von einem Medium in ein anderes Medium dringen, welches eine von jenem verschiedene Dichtigkeit besitzt, so werden

ſie gebrochen. Jeder Lichtſtrahl erhält eine Abbeugung gegen eine Linie zu, welche in dem Medium mit der größeren Dichtigkeit gezogen gedacht werden kann, von dem Puncte aus, wo der Lichtſtrahl auf das dichtere Medium trifft, perpendiculär auf die brechende Oberfläche. So wird in Fig. **253** der Lichtſtrahl **R**, welcher in ſchiefer Richtung auf die Oberfläche eines dichteren Mediums an dem Puncte **S** trifft, ſtatt in ſeiner urſprünglichen Richtung längs der Linie **S O** fortzugehen, gebrochen, oder in die Richtung der Linie **S T** gebracht, welche Linie in der Mitte zwiſchen **S O** und **S P** liegt. Dieſe letztere Linie (**S P**) iſt perpendiculär auf die Oberfläche des Mediums an dem Puncte **S** gezogen, und befindet ſich innerhalb dieſes Mediums. Wenn der ſo gebrochene Lichtſtrahl bei **T** ankommt, und auf die hintere Oberfläche des dichteren Mediums trifft, indem er von dieſer Stelle aus in ein Medium tritt, welches eine geringere Dichtigkeit beſitzt, ſo wird er wieder nach demſelben Geſetze gebrochen, das heißt, er neigt ſich gegen die perpendiculäre Linie **T I**, welche von **T** aus mitten durch das dichtere Medium hindurchgezogen iſt, und folgt nun in ſeinem weitern Fortgange der neuen Richtung **T U**, anſtatt der früheren **T V**. Der Grad der Abbeugung (Brechung) entſpricht dem Grade der ſchiefen Richtung, in welcher der Lichtſtrahl auf die brechende Oberfläche auftrifft; dieſe wird mathematiſch durch das Geſetz ausgedrückt, daß die Sinus der beiden Winkel, welche die Linien des einfallenden und des gebrochenen Lichtſtrahls mit der perpendiculären Linie bilden, trotz aller möglichen Variationen dieſer Winkel immer in derſelben conſtanten Proportion zu einander ſtehen. Wir können daraus eine ganz einfache Regel ableiten, um die Ebene der brechenden Oberfläche in eine ſolche Lage zu bringen, daß gerade die beſondere Refraction, welche wir zu erhalten wünſchen, hervorgebracht wird. Wenn ein Lichtſtrahl von ſeiner urſprünglichen Richtung ab auf eine beſondere Seite hin gebeugt werden ſoll, ſo haben wir blos nöthig, die Oberfläche des Mediums auf eine ſolche Weiſe zu wenden, daß die Linie, welche durch das dichtere Medium hindurch auf eben dieſe Oberfläche perpendiculär gerichtet iſt, auch fernerhin auf dieſelbe Seite zu liegen kommt.

Wollen wir zum Beispiel in Fig. 253 den Lichtstrahl R S von der Richtung S O in die von S T bringen, so müssen wir dem dichteren Medium eine solche Lage geben, daß die perpendiculäre, durch dieses Medium hindurch gezogene Linie S P immer weiter von S O entfernt bleibt, als S T es ist, das heißt, sie soll auf der andern Seite von S T liegen. Ebendieselbe Regel läßt sich auf die entgegengesetzte Brechung des Strahles S T von T V in die Richtung T U anwenden, wenn derselbe aus einem dichteren Medium in ein dünneres übergeht, denn die perpendiculäre Linie T I muß ihre Stellung immer auf eben derselben Seite von T V erhalten, auf welcher auch T U gelegen ist.

Wir wollen nun diese Grundsätze auf den uns vorliegenden Fall anwenden, das heißt, auf die Bestimmung der Form, welche einem dichten Medium gegeben werden müßte, um einen Strahlenbündel, welcher von einem entfernten Objecte ausgeschickt wird, genau in einen Focus zu sammeln. Wir wollen einmal annehmen, das in Frage stehende Object sey sehr entfernt, so daß die den Strahlenbündel zusammensetzenden einzelnen Lichtstrahlen als parallel unter einander gedacht werden können; denn bei sehr großen Entfernungen ist ihre wirkliche Abweichung von einem strengen Parallelismus gar nicht zu bemerken. A B C D (in Fig. 254) sollen diese Lichtstrahlen vorstellen. Offenbar muß es unter allen diesen Lichtstrahlen einen geben (C), aber auch nur einen einzigen, welcher, indem er seine geradlinige Richtung weiterhin beibehält, bei dem Puncte R eintrifft, welcher der beabsichtigte Focus aller jener Lichtstrahlen ist. Diesem Strahle nun soll gestattet seyn, weiter zu gehen, ohne irgend einer Brechung unterworfen zu werden; die Oberfläche des dichteren Mediums muß daher, um dies zu bewerkstelligen, auf den Strahl (bei I) in einer perpendiculär auf dessen Richtungslinie stehenden Ebene liegen, so daß der Strahl unter einem rechten Winkel mit dieser Fläche durchgehen muß. Diejenigen Strahlen (B u. D), welche diesem geraden, centralen Lichtstrahle (C) am nächsten liegen, werden blos einen geringen Grad von Brechung nöthig haben, um auf den Focus bei R zu treffen. Diese ge-

ringe Brechung wird bewerkstelligt werden durch einen leichten Grad von Schiefheit der Oberfläche des dichteren Mediums an denjenigen Puncten (H und K), wo diese Strahlen auf dasselbe treffen. In demselben Verhältnisse, als die Lichtstrahlen (wie z. B. die bei A und E) von den centralen Strahlen weiter entfernt sind, wird auch ein stärkerer Grad von Brechung, und folglich eine größere Schiefheit der Oberfläche jenes Mediums (bei G und L) erfordert werden, um dieselben dennoch in eben denselben Focus zusammen zu bringen.

Die Convergenz dieser Lichtstrahlen, nachdem sie durch diese erste Oberfläche hindurchgedrungen sind, wodurch sie in dem Punct R vereinigt worden wären, kann noch weiterhin dadurch vermehrt werden, daß man unter den geeigneten Winkeln neue Oberflächen von anderweitigen Medien dazwischen schiebt. Wenn das neue Medium einen noch stärkern Grad von Dichtigkeit besitzt, als das erste, so muß die Neigung seiner Oberfläche die nämliche seyn, wie die so eben beschriebene; ist es aber weniger dicht, so muß die Neigung seiner Oberfläche eine entgegengesetzte Richtung haben. Dieser letztere Fall ist ebenfalls deutlich gemacht in Fig. 252, wo M N O P Q die Neigungen der Oberfläche eines dünnern Mediums zeigen, welches dazu berechnet ist, die Convergenz der Strahlen zu vermehren, das heißt, die Strahlen in einem näher gelegenen Focus (F) zu vereinigen. Die Wirkung der beständigen Veränderung in der Richtung der brechenden Oberfläche besteht darin, eine regelmäßige krummlinige Oberfläche hervorzubringen, welche in dem vorliegenden Falle derjenigen einer Kugel sehr nahe kommt. Daraus folgt, daß wenn wir diesen brechenden Medien sphärische Oberflächen geben, diese dadurch mit ziemlicher Genauigkeit in Stand gesetzt werden, die Convergenz von parallelen Strahlen in einem Focus zu bewerkstelligen. Wenn wir überdies dem dichteren Medium eine auf beiden Seiten convexe Form geben, so werden beide Oberflächen zur Hervorbringung der beabsichtigten Wirkung zusammenwirken. Ein solches Werkzeug nennt man eine doppelt convexe (biconvexe) Linse, und diese hat die Eigenschaft, die von

entfernten Puncten ausgehenden Lichtstrahlen in einen Focus zu vereinigen *).

Haben wir uns mit einer solchen biconveren Linse versehen, so können wir es jetzt versuchen, die Oeffnung, durch welche wir dem Lichte Zutritt in unsere dunkle Kammer gestattet hatten, zu vergrößern, und jene biconvexe Linse in der Oeffnung anzubringen. Auf diese Art haben wir jenes wohlbekannte optische Werkzeug zu Stande gebracht, welches man **Camera obscura** nennt, in welchem die Bilder der äußeren Objekte auf der weißen Oberfläche eines Papiers, oder einer halbdurchsichtigen Glas-

*) Genau genommen, ist die durch die sphärische Oberflächen hervorgebrachte Brechung nicht im Stande, einen Bündel von parallelen oder divergirenden Lichtstrahlen in einen mathematischen Punct oder Focus zu vereinigen; denn in Wirklichkeit werden diejenigen Strahlen, welche der Centrallinie (Axe) näher liegen, in einem Puncte zur Convergenz gebracht, welcher in einer kleinen Entfernung von demjenigen liegt, in welchem die entferntern Strahlen convergiren. Diese Wirkung habe ich durch die Durchschnittszeichnung in Fig. 256 anschaulich zu machen gesucht, wo, um es dem Auge deutlicher zu machen, die Ungleichheit absichtlich übertrieben dargestellt ist, denn für gewöhnliche Fälle, wo die höchste Genauigkeit nicht erforderlich ist, ist diese Verschiedenheit in dem Grade von Convergenz zwischen den im Centro und den der Circumferenz der Linse näher liegenden Strahlen (wodurch diejenige Erscheinung, welche man Aberration des Lichts oder sphärische Abberation nennt, hervorgebracht wird) allzu unbedeutend, als daß sie Berücksichtigung verdiente.

In der Absicht, die Sache einfacher zu machen, habe ich in der obigen Beschreibung dieses Gegenstandes vorausgesetzt, daß die Strahlen, welche auf das Auge treffen, parallel unter einander seyen, was im mathematisch genauen Sinne eigentlich nie der Fall ist. Der Focus der, durch eine convexe Linse gebrochenen, Lichtstrahlen ist in eben demselben Verhältnisse weiter entfernt, als die Strahlen mehr von einander divergiren, oder, mit andern Worten, als sie von näher gelegenen Objecten ausgehen. Dies wird durch die Abbildungen 257, 258 und 259 deutlich gemacht, auf welche ich späterhin Gelegenheit haben werde zu verweisen.

platte wiedergegeben werden. Diese Bilder müssen augenscheinlich in einer Stellung sich befinden, welche in Bezug auf die wirklichen Gegenstände, welche sie darstellen, eine verkehrte ist.

Dies ist nun auch ganz genau die Construction des Auges, welches in jeder Hinsicht eine **Camera obscura** ist, denn bei diesen beiden Werkzeugen sind die Objecte, die Grundsätze der Construction, und die Art der Wirkung ganz genau dieselben. Der einzige Unterschied besteht darin, daß das erstere ein unendlich vollvollkommneres Werkzeug ist, als das letztere jemals durch die äußersten Anstrengungen der menschlichen Kunstfertigkeit verfertigt werden kann.

§. 3. Bau des Auges.

Einer der vielen Vorzüge, welche das Auge vor einer gewöhnlichen **Camera obscura** voraus hat, bezieht sich auf seine sphärische Gestalt, wodurch die Netzhaut fähig wird, jeden Theil der durch die Brechung hervorgebrachten Bilder, welche selbst gekrümmt sind, aufzufassen, während ein beträchtlicher Theil des Bildes unklar geworden seyn würde, wenn es auf einer ebenen Oberfläche aufgefangen worden wäre, wie dies bei einer **Camera obscura** gewöhnlich der Fall ist. Diese sphärische Gestalt wird durch die festen Membranen erhalten, welche das Auge beschützen, und seine Hüllen genannt werden. Die durchsichtigen Medien, welche von diesen eingeschlossen werden, und welche die Convergenz der Lichtstrahlen hervorbringen, nennt man die Flüssigkeiten des Auges. An diesem Organe finden sich drei Haupthüllen und drei Flüssigkeiten; alle zusammen setzen das zusammen, was man den Augapfel nennt. Fig. 260, wo eine vergrößerte Ansicht eines horizontalen Durchschnitts des rechten Auges gegeben ist, wird alle diese Theile deutlich machen.

Die äußerste Hülle (S), welche man Sclerotica (harte oder weiße Haut) nennt, ist außerordentlich fest und dicht, und ertheilt dem Augapfel jene mechanische Stütze, welcher derselbe

zur Ausführung ſeiner zarten Functionen bedürftig iſt. Hinten wird ſie von den Sehnerven (O) durchbohrt, welcher dann nach vorne dringt, um ſich in die Netzhaut auszubreiten (R). Die Sclerotica erſtreckt ſich nicht weiter, als etwa über vier Fünftel des Augapfels. Ihre Stelle wird vorne durch eine durchſichtige Membran von converer Geſtalt (C), welche die Hornhaut (Cornea) genannt wird, erſetzt; ſie ragt weiter hervor, als der übrige Theil des Augapfels. Eine Linie, welche man ſich durch das Centrum der Hornhaut und das Centrum des Augapfels überhaupt gezogen denkt, nennt man die Axe des Auges. Die Sclerotica iſt an ihrer inneren Seite von der Chorioidea oder Aderhaut überzogen (X), welche hauptſächlich aus einem Gewebe von Blutgefäßen zuſammengeſetzt wird; letztere haben die Beſtimmung das Auge zu ernähren. Dieſe Membran beſitzt auf ihrer inneren Oberfläche eine Lage eines dunkelgefärbten klebrigen Secretes, welches unter dem Namen ſchwarzes Pigment, Pigmentum nigrum, bekannt iſt. Der Nutzen deſſelben beſteht darin, alles das Licht, welches in Folge der Brechung durch verſchiedene Theile unregelmäßig durch das Auge hindurch zerſtreut ſeyn möchte, zu abſorbiren. Es hat demnach dieſelbe Verrichtung, wie die ſchwarze Farbe, mit welcher die innere Fläche der optiſchen Werkzeuge, z. B. der Telescope, Microscope, und der Camera obscura dunkel gemacht wird. Weiter nach innen, als das ſchwarze Pigment, und faſt in unmittelbarer Berührung mit dieſem, iſt die Netzhaut (R), Retina, ausgebreitet; dieſe bildet eine außerordentlich dünne und zarte Lage, welche aus Nervenſubſtanz beſteht, und von einer feinen Membran unterſtützt wird *).

Mehr als drei Viertheile des Augapfels werden von dem Glaskörper, corpus vitreum (V), ausgefüllt, welcher dem Ausſehen nach einer durchſichtigen, elaſtiſchen Gallerte ſehr ähnlich iſt, die

*) Zwiſchen der Netzhaut und dem ſchwarzen Pigmente findet man eine äußerſt zarte Membran, welche von Dr. Jacobſon entdeckt worden iſt, und ſeinen Namen trägt; ihr eigentlicher Nutzen iſt noch nicht mit Gewißheit ausgemittelt worden.

von einem ausnehmend zarten Gewebe von zelliger Substanz eingeschlossen wird. Die Krystallflüssigkeit (L) oder Linse, welche die Form einer doppelt convexen Linse hat, wird aus einer Materie gebildet, welche dichter ist, als irgend eine andere Augenflüssigkeit. Sie nimmt den vorderen Theil des Augapfels ein, unmittelbar vor dem Glaskörper, welcher hier ausgehölt ist, um sie aufzunehmen. Der Raum, welcher zwischen der Krystalllinse und der Hornhaut frei bleibt, wird von einer wässrigen Flüssigkeit, der sogenannten wässerigen Feuchtigkeit, humor aqueus, ausgefüllt (A). Dieser Raum wird durch eine flache, cirkelrunde Scheidewand, die Regenbogenhaut, Iris, genannt (I), in eine vordere und hintere Kammer getheilt.

Die Iris ist in ihrem Centrum von einer Oeffnung durchbohrt (P), welche die Pupille oder das Sehloch genannt wird; die Iris wird ferner an ihrer Peripherie an den vorderen Rand der Chorioidea durch einen weißen, elastischen Ring (Q) angeheftet, welcher das Ciliarband, Ligamentum ciliare, genannt wird. Die hintere Oberfläche der Iris heißt Traubenhaut, Uvea, und ist mit einem dunkelbraunen Farbstoff überzogen. Die Structur der Regenbogenhaut ist ganz eigenthümlich, indem sie aus zwei Schichten von contractilen Fasern zusammengesetzt wird, wovon die eine concentrische Kreise bildet, während die andere gleichsam die Radii vorstellt, welche vom äußeren zum inneren Rande verlaufen. Wenn die erstere Schichte thätig ist, so wird die Pupille verengert, zieht sich die zweite zusammen, so wird die Breite der Iris vermindert, und die Pupille in Folge davon erweitert. Dadurch, daß die Weite der Pupille sich verändert, wird die Menge des Lichts, welches in's Innere des Auges eintreten kann, regulirt, und der Empfindlichkeit der Netzhaut angepaßt. Wenn die Intensität des Lichts für dieses so äußerst delicate Organ beleidigend seyn würde, so ist die Pupille beständig verengert, so daß dadurch ein größerer Theil des Lichts ausgeschlossen wird; und wenn im Gegentheil das Licht zu schwach ist, so wird sie erweitert, um eine so viel als möglich bedeutende Menge desselben eindringen zu lassen. Auch die Iris dient dazu, solche Lichtstrahlen

aufzuhalten, welche auf Theile der Kryſtalllinſe gefallen ſeyn würden, welche weniger dazu geeignet ſind, ſie regelmäßig zu brechen. Dieſes wird beſſer verſtanden werden können, wenn wir zuvor die Functionen der Kryſtalllinſe unterſucht haben werden. Ehe wir uns jedoch in dieſe Unterſuchung einlaſſen, wird es paſſender ſeyn, dieſe kurze Skizze der Anatomie des Auges durch Beſchreibung der hauptſächlichſten Theile desjenigen Apparats zu vervollſtändigen, welcher zum Sehorgane gehört, und außen am Augapfel angebracht iſt, ſo daß wir ihn als ein Anfang deſſelben werden betrachten können.

Die Beſtimmungen, welche von dieſem äußeren Theile am Augapfel erfüllt werden ſollen, ſind beſonders die, den Augapfel zu bewegen, ſchlüpfrig zu erhalten und gegen äußere Schädlichkeiten zu ſchützen.

Da der centrale Theil der Netzhaut es iſt, welcher mit dem höchſten Grad von Empfindungsfähigkeit begabt worden, ſo iſt nothwendig, daß die Bilder der Gegenſtände, welche geſehen werden ſollen, auf eben dieſen Theil fallen mußten, woraus von ſelbſt folgt, daß das Auge die Fähigkeit erhalten mußte, ſich mit ſeiner Axe gerade gegen jene Objecte richten zu können, wo ſie auch immer liegen möchten. Zu dieſem Zweck ſind Muskeln in der Augenhöhle (orbita) angebracht, um dieſe Bewegungen des Augapfels zu bewerkſtelligen. Vier von dieſen Muskeln gehen in einer geraden Richtung von dem hinteren Grunde der Augenhöhle vorwärts, indem ſie von dem Rande der Oeffnung, durch welche der Sehnerve dringt, ihren Urſprung nehmend, ſich nach vorne zu mittelſt einer breiten ſehnigten Ausbreitung am vorderen Theile der Sclerotica anheften. Dieſe Muskeln, welche man die geraden Muskeln des Auges (musculi recti) nennt, umgeben den Sehnerven und Augapfel rings herum, indem ſie gleichſam vier längliche Bänder bilden, wovon das eine nach oben liegt, um das Auge aufwärts zu drehen; ein zweites hat ſeine Lage unten, um das Auge nach unten zu wenden, während die zwei übrigen auf beiden Seiten des Augapfels angebracht ſind, um die ſeitlichen Bewegungen deſſelben, ſowohl nach rechts, als nach links, zu bewerkſtelligen. Da die

Augenhöhle um ein beträchtliches größer iſt, als der in ihr liegende Augapfel, ſo wird der zwiſchenliegende Raum, beſonders an der hintern Seite, durch Fett ausgefüllt, welches gleichſam als ein weiches Lager zum Schutze des Auges dient, und daſſelbe in Stand ſetzt, frei nach allen Richtungen ſich zu rollen.

Außer dieſen geraden Muskeln befinden ſich am Auge noch zwei andere, welche man die ſchiefen Muskeln des Auges (musculi obliqui) nennt; ſie ertheilen dem Augapfel in gewiſſem Grade eine Drehung um ſeine Axe. Wenn beide in Verbindung mit einander wirken, ſo ziehen ſie das Auge vorwärts, und dienen ſo als Antagoniſten gegen die vereinigte Wirkung der geraden Muskeln. Der obere ſchiefe Augenmuskel iſt merkwürdig wegen der künſtlichen Art und Weiſe, in welcher die Sehne deſſelben durch eine ſehnige Rolle am oberen Rande der Augenhöhle hindurchgeht, und ſich dann wieder nach hinten wendet, um ſich am Augapfel anzuheften; dadurch wird bewirkt, daß die durch die Thätigkeit dieſes Muskels hervorgebrachte Bewegung gerade die entgegengeſetzte Richtung von derjenigen nimmt, in welcher ſich ſeine Faſern zuſammenziehen. Dieſer Mechanismus, ſo einfach er auch iſt, giebt uns doch eines der allerdeutlichſten Beiſpiele, welche man nur finden kann, von einer höheren Einſicht an die Hand. Denn in keiner andern Lage hätte dieſer Muskel ſo zweckmäßig angebracht werden können, als in der Augenhöhle, und auf keinem andern Wege hätte ſeine Sehne in Stand geſetzt werden können, in einer Richtung, welche derjenigen des Muskels ſelbſt entgegengeſetzt iſt, zu wirken, als gerade durch das Einſchieben einer Rolle zwiſchen beide, welche die Sehne gerade herumwendet.

Der vorderſte Theil des Augapfels, welcher eine weiße Farbe zeigt (wegen der Sclerotica), ſteht mit den ihn umgebenden allgemeinen Hautdecken vermittelſt einer Membran in Verbindung, welche die Bindehaut, Conjunctiva, genannt wird. Wenn dieſe Membran bei ihrem Fortgange über den Augapfel an der Baſis der Augenlieder anlangt, ſo ſchlägt ſie ſich faltenförmig gegen vorne um, um ſo die innere Fläche der Augenlieder zu überkleiden; weiterhin ſetzt ſie ſich unmittelbar in die allgemeinen

Hautdecken fort, welche die äussere Seite der Augenlieder überziehen. Eine reichliche Menge von Nerven wurde auf dieser Membran verbreitet, in der Absicht, ihr jenen ausgesuchten Grad von Empfindlichkeit zu ertheilen, welcher nöthig war, um von der leichtesten Gefahr, welche für ein so wichtiges Organ, wie das Auge ist, durch das Eindringen fremdartiger Körper hervorgehen könnte, augenblicklich zu warnen. Daß dieß wirklich die Absicht ist, scheint aus der Thatsache hervorzugehen, daß die inneren Theile des Auges im Vergleich mit dessen äusserster Oberfläche nur eine sehr geringe Sensibilität besitzen.

Die Oberfläche der Conjunctiva, so wie diejenige der Hornhaut, werden beständig durch die Thränenflüssigkeit feucht gehalten, welche ohne Unterbrechung von den Thränendrüsen (glandulae lacrymales) ausgeschieden wird. Diese Drüse hat ihre Lage gegen oben und aussen vom Auge (siehe L in Fig. 262) in einer Aushöhlung der Orbita. Die von ihr herausgehenden Ausführungsgänge (D) öffnen sich auf der inneren Seite des oberen Augenliedes (E). Der Nutzen dieser Flüssigkeit besteht offenbar darin, den Staub und andere reizende Substanzen, welche zufällig in's Auge kommen können, wieder wegzuspülen; sie wird durch die Thätigkeit der Augenlieder über die äussere Oberfläche des Augapfels ausgebreitet. Jedes Augenlied hat durch eine elastische Knorpelplatte eine Stütze erhalten, welche wie ein Halbmond geformt und von den allgemeinen Hautdecken bedeckt ist. Ein kreisförmiger Muskel (Musculus orbicularis) dessen Fasern unmittelbar unter der Haut liegen und kreisförmig rings um das ganze Auge herumgehen, dient dazu, die Augenlieder einander zu nähern und zu schließen.

Das obere Augenlied kann durch einen besonderen Muskel aufgehoben werden, welcher in der Augenhöhle liegt, und zwar unmittelbar über dem oberen geraden Muskel des Augapfels. Die Augenwimpern sind in entgegengesetzten Richtungen gekrümmt, damit sie einander, wenn sie geschlossen werden sollen, nicht im Wege sind. Ihr Nutzen besteht augenscheinlich darin, das Auge gegen das Eindringen verschiedener Substanzen, zum Beispiel von Haaren, Staub, Schweißtropfen zu beschützen, und ferner

demselben gegen zu heftige Einwirkung des Lichts Schatten zu geben. Wenn sich die Augenlieder schließen, so begegnen sie einander zuerst am äusseren Augenwinkel; dann vereinigen sie sich weiterhin gegen den inneren Augenwinkel (das heißt gegen die Nase zu), längs ihrer Ränder, bis die gegenseitige Berührung vollständig ist. Vermittelst dieser Einrichtung werden die Thränen in eben derselben Richtung nach innen zu fortgeführt, und sammeln sich am innern Augenwinkel an, eine Wirkung, welche besonders durch die schiefe Richtung der Ränder der Augenlieder begünstigt wird, welche bei ihrem Aufeinandertreffen einen Canal bilden, in welchem die Thränenflüssigkeit auf die oben angegebene Art fortfließen kann. Wenn sie am inneren Augenwinkel anlangen, so werden die Thränen durch zwei äußerst feine Canäle weiter fortgeleitet, deren Oeffnungen Thränenpuncte, puncta lacrymalia, genannt werden (PP, Fig. 262); man sieht letztere ganz leicht am inneren Winkel jedes Augenlids; sie werden von einander getrennt, durch einen rundlichen hervorragenden Körper (C), welcher mit einer Falte der Conjunctiva in Verbindung steht, und die Carunkel, Caruncula lacrymalis, genannt wird. Die beiden Canäle, welche die Thränenflüssigkeit aufnehmen, vereinigen sich bald miteinander, um einen einzigen Gang zu bilden, welcher sich in einen Sack S öffnet. Dieser letztere ist an dem oberen Theile der Seite der Nase gelagert, und mündet nach unten in die Nasenhöhle ein (N), in welche sich also die Thränenflüssigkeit zuletzt ergießt. Wenn die Ausscheidung der Thränenflüssigkeit zu reichlich vor sich geht, als daß sie durch den letzt genannten Canal abgeleitet werden könnte, so fließen sie über die Wangen herab (beim Weinen); ist aber die Ausscheidung derselben sparsamer, so wird die Neigung, über das Augenlid überzuströmen, durch ein öligtes Secret in Schach gehalten, welches von einer Reihe kleiner Drüschen ausgeschieden wird, die am Rande der Augenlider gelagert sind, und die Meibom'schen Drüschen heißen.

Zu weiterem Schutze für die Augen dienen die Augenbrauen, indem die Haare derselben eine solche Richtung haben,

daß alle Tropfen, von Regen oder Schweiß herrührend, welche etwa von oben hereinfallen könnten, abgeleitet werden.

Ausgenommen gegen vorne, wo die Augen blos durch die Augenlider bedeckt und beschützt werden, sind diese wichtigen Organe auf allen Seiten vor jedem schädlichen Eindruck dadurch nachdrücklich geschützt, daß sie von einer ausgehöhlten, knöchernen Vertiefung eingeschlossen werden, welche man die Augenhöhle oder Orbita nennt, und die aus sieben einzelnen Knochenstücken zusammengesetzt ist. Diese sieben Bestandtheile derselben kann man in allen Schädeln der Säugethiere wiederfinden, und vielleicht sogar in denjenigen aller übrigen Wirbelthiere. Es gibt dieß einen sehr merkwürdigen Beweis von der Einförmigkeit des Plans, welchen die Natur bei der Construction des thierischen Körpers befolgt hat.

§. 4. Physiologie des vollkommenen Sehens.

Die Lichtstrahlen, welche von einem entfernten Gegenstande ausgesandt werden, stoßen auf die convexe Oberfläche der Hornhaut, und da diese eine größere Dichtigkeit besitzt als die atmosphärische Luft, so bricht sie die Strahlen und bewirkt, daß sie in einem entfernten Focus convergiren. Dieser Wirkung wird jedoch dadurch theilweise entgegengewirkt, daß die Lichtstrahlen, wenn sie an der hinteren, concaven Oberfläche der Hornhaut herausgetreten sind, in die wässerigte Feuchtigkeit oder humor aqueus gelangen. Im Ganzen genommen werden sie aber gebrochen, so daß sie in einem Grade convergiren, welcher demjenigen gleich ist, den sie bei bloßem Auftreffen auf die convexe Oberfläche des humor aqueus erlitten haben würden, wenn man sich vorstellt, daß gar keine Hornhaut zwischen beiden eingeschoben gewesen wäre.

Ein beträchtlicher Theil der Lichtstrahlen, welche auf diese Art in die wässerigte Feuchtigkeit eingedrungen sind, wird in seinem Fortgang durch die Regenbogenhaut aufgehalten, so daß blos diejenigen Lichtstrahlen, welchen der Eintritt durch die Pupille gestattet wird, das Sehen bewerkstelligen können. Diese

Strahlen treffen nun zunächst auf die Krystallinse, wo sie zwei verschiedene Brechungen erleiden, und zwar die eine auf der vorderen, die andere auf der hinteren Oberfläche dieses Körpers. Da diese beiden Oberflächen gegen aussen convex sind, da ferner die Substanz der Crystallinse einen höheren Grad von Dichtigkeit besitzt, als der sie umgebende humor aqueus und Glaskörper, so muß die Wirkung dieser beiden Brechungen darin bestehen, die schon früher bewerkstelligte Convergenz der Lichtstrahlen noch bedeutend zu vermehren und sie in einen Focus auf der Netzhaut im Grunde des Auges zu sammeln. — Die erste Brechung durch die gewölbte Oberfläche der Hornhaut ist die stärkste, indem der Unterschied in dem Grade ihrer Dichtigkeit zwischen der atmosphärischen Luft und der Hornhautsubstanz, oder, besser gesagt, der wässerigen Feuchtigkeit viel bedeutender ist, als der Unterschied zwischen jeder der Flüssigkeiten des Auges untereinander verglichen.

Eine ganz genaue Convergenz aller derjenigen Lichtstrahlen, welche durch die Pupille eindringen, in ihrem respectiven Focus auf der Netzhaut ist durchaus erforderlich, um die Bilder, welche hier dargestellt werden sollen, ganz vollkommen zu machen. Um aber dieses tadellose Endresultat zu erreichen, mußten noch mehrere feine Einrichtungen zur Correction in Anwendung gebracht werden.

Die erste Stelle nimmt hier die sogenannte Aberration des Lichts, bedingt durch die sphärische Gestalt der brechenden Oberfläche (siehe Fig. 256), ein, welche eine nothwendige Folge des geometrischen Gesetzes der Refraction ist, und einen gewissen Grad von Verwirrung in dem Bilde hervorbringt. Dieß ist allerdings bei einem in kleinem Maaßstabe angelegten Werkzeuge kaum zu bemerken, aber bei Werkzeugen von größerer Ausdehnung wird es sehr auffallend, und bildet eine der größten Schwierigkeiten, welche der Optiker bei der Construction der Teleskope und Microscope zu überwinden hat. Die Natur, als sie das menschliche Auge bildete, hat diese Schwierigkeit durch die einfachsten und doch allerwirksamsten Mittel gelöst, und auf eine Art und Weise, welche durch

die menschliche Kunst nicht nachgeahmt werden kann. Für's Erste hat sie den Oberflächen der Kristalllinse keine vollkommene sphärische Gestalt gegeben, sondern jene Flächen bilden mehr oder weniger hyperbolische oder elliptische Curven. Ferner hat sie die Krystalllinse aus einer unendlichen Menge von concentrischen Schichten zusammengesetzt, welche allmählig und in eben dem Verhältnisse an Dichtigkeit zunehmen, als sie von der äusseren Oberfläche gegen das Centrum zu auf einander folgen. Da nun die Brechungskraft dem Grade der Dichtigkeit proportional ist, so muß die letztere in dem Centrum am stärksten seyn, und in eben dem Verhältnisse abnehmen, als man sich von dem Centrum entfernt. Durch diese bewundernswürdige Einrichtung wird jener kleine Fehler ganz genau corrigirt, welcher aus der Brechung hervorgeht, und der immer in den centralen Theilen einer Linse eintritt, welche aus einem Material von gleichförmiger Dichtigkeit besteht, in Vergleichung mit der Brechung derjenigen Theile, welche vom Centrum weiter entfernt sind. *)

Die zweite Vorrichtung, welche die höchstmögliche Vervollkommnung des Sehens bezweckt, bezieht sich auf die Unterschiede in der Distanz des Focus, welche eintreten, je nachdem die Lichtstrahlen von verschiedenen entfernten Gegenständen aus auf das Auge treffen; man kann sie Aberrationen der Parallaxe nennen. Wenn die Entfernung des Gegenstandes sehr groß ist, so gelangen die von jedem Punkte desselben ausgehenden Lichtstrahlen mit einer so unbedeutenden Divergenz auf das Auge, daß jeder solcher Strahlenbündel als aus lauter, parallel unter einander laufenden Strahlen zusammengesetzt betrachtet werden kann, indem die wirkliche Abweichung vom Parallelismus gar nicht bemerkt wird. Anders verhält es sich, wenn derselbe Gegenstand dem Auge näher gebracht wird, indem dann die

*) Sir David Brewster hat nachgewiesen, daß die Unterschiede in der Dichtigkeit, welche die doppelt brechende Structur in der Crystalllinse der Fische hervorbringen, sich nicht auf das Centrum der Cristalllinse beziehen, sondern auf denjenigen Durchmesser, welcher die Gesichtsaxe bildet; eine Einrichtung, welche ganz besonders dazu geeignet ist, die sphärischen Aberrationen im Auge der Fische zu corrigiren. Philosoph. transact. for 1816, p. 317.

wirkliche Abweichung vom Parallelismus unter den Lichtstrahlen auffallender werden muß; und die Wirkung des nämlichen Grades von Brechung besteht nun darin, die Lichtstrahlen in einen, weiter als der vorherige entfernten, Focus zu sammeln*). Für jede Entfernung des Objects gibt es auch eine entsprechende Entfernung des Focus; befindet sich demgemäß das Auge in einem für das genaue Sehen in einer gewissen Entfernung des Objects ganz geeigneten Zustande, so wird es blos verwirrte Bilder von solchen Objecten erhalten, welche in einer andern Entfernung vor ihm liegen, weil die eigentlichen Focder Lichtstrahlen, welche jeder Entfernung des Objects entsprechen, entweder vor oder hinter die Netzhaut zu liegen kommen. Es leuchtet von selbst ein, daß wenn die Netzhaut nicht genau an dem Punkte liegt, wo der Focus hinfällt, sie entweder den Strahlenbündel auffangen wird, noch ehe sich die Strahlen in einen einzigen Punkt vereinigt haben, oder daß diese erst dann auf sie fallen werden, nachdem sie sich beim Durchgang durch den Focus gegenseitig unter einander gekreuzt haben. In jedem dieser Fälle wird jeder Strahlenbündel auf die Netzhaut einen kleinen Lichtkreis werfen, welcher in der Mitte heller, glänzender, an den Rändern aber matter ist; die Ränder werden sich in den benachbarten Strahlenbündeln vermischen, und dadurch eine Verwirrung in dem Bilde hervorbringen.

Man hat jedoch gefunden, daß das Auge die Fähigkeit und Einrichtung besitzt, trotz der großen Verschiedenheit in der Entfernung der Gegenstände dennoch immer genau zu sehen, je nachdem die Aufmerksamkeit der Seele auf irgend einen besondern, sichtbaren Gegenstand gerichtet wird. Die Art und Weise,

*) Dies wird deutlich gemacht durch die Fig. 257, 258 und 259; die erste davon zeigt die schnelle Convergenz der Lichtstrahlen, welche von einem sehr entfernten Gegenstande ausgehen und welche als parallele angenommen werden können. Die zweite Figur zeigt die divergirenden Lichtstrahlen, welche in einem schon etwas entfernter liegenden Focus vereinigt werden; die dritte endlich beweist, daß der Focus immer desto entfernter liegt, je größer die Divergenz der zu brechenden Lichtstrahlen ist.

die menschliche Kunst nicht nachgeahmt werden kann. Für's Erste hat sie den Oberflächen der Kristalllinse keine vollkommene sphärische Gestalt gegeben, sondern jene Flächen bilden mehr oder weniger hyperbolische oder elliptische Curven. Ferner hat sie die Krystalllinse aus einer unendlichen Menge von concentrischen Schichten zusammengesetzt, welche allmählig und in eben dem Verhältnisse an Dichtigkeit zunehmen, als sie von der äusseren Oberfläche gegen das Centrum zu auf einander folgen. Da nun die Brechungskraft dem Grade der Dichtigkeit proportional ist, so muß die letztere in dem Centrum am stärksten seyn, und in eben dem Verhältnisse abnehmen, als man sich von dem Centrum entfernt. Durch diese bewundernswürdige Einrichtung wird jener kleine Fehler ganz genau corrigirt, welcher aus der Brechung hervorgeht, und der immer in den centralen Theilen einer Linse eintritt, welche aus einem Material von gleichförmiger Dichtigkeit besteht, in Vergleichung mit der Brechung derjenigen Theile, welche vom Centrum weiter entfernt sind. *)

Die zweite Vorrichtung, welche die höchstmögliche Vervollkommnung des Sehens bezweckt, bezieht sich auf die Unterschiede in der Distanz des Focus, welche eintreten, je nachdem die Lichtstrahlen von verschiedenen entfernten Gegenständen aus auf das Auge treffen; man kann sie Aberrationen der Parallaxe nennen. Wenn die Entfernung des Gegenstandes sehr groß ist, so gelangen die von jedem Punkte desselben ausgehenden Lichtstrahlen mit einer so unbedeutenden Divergenz auf das Auge, daß jeder solcher Strahlenbündel als aus lauter, parallel unter einander laufenden Strahlen zusammengesetzt betrachtet werden kann, indem die wirkliche Abweichung vom Parallelismus gar nicht bemerkt wird. Anders verhält es sich, wenn derselbe Gegenstand dem Auge näher gebracht wird, indem dann die

*) Sir David Brewster hat nachgewiesen, daß die Unterschiede in der Dichtigkeit, welche die doppelt brechende Structur in der Crystalllinse der Fische hervorbringen, sich nicht auf das Centrum der Cristalllinse beziehen, sondern auf denjenigen Durchmesser, welcher die Gesichtsaxe bildet; eine Einrichtung, welche ganz besonders dazu geeignet ist, die sphärischen Aberrationen im Auge der Fische zu corrigiren. Philosoph. transact. for 1816, p. 317.

wirkliche Abweichung vom Parallelismus unter den Lichtstrahlen auffallender werden muß; und die Wirkung des nämlichen Grades von Brechung besteht nun darin, die Lichtstrahlen in einen, weiter als der vorherige entfernten, Focus zu sammeln*). Für jede Entfernung des Objects gibt es auch eine entsprechende Entfernung des Focus; befindet sich demgemäß das Auge in einem für das genaue Sehen in einer gewissen Entfernung des Objects ganz geeigneten Zustande, so wird es blos verwirrte Bilder von solchen Objecten erhalten, welche in einer andern Entfernung vor ihm liegen, weil die eigentlichen Foci der Lichtstrahlen, welche jeder Entfernung des Objects entsprechen, entweder vor oder hinter die Netzhaut zu liegen kommen. Es leuchtet von selbst ein, daß wenn die Netzhaut nicht genau an dem Punkte liegt, wo der Focus hinfällt, sie entweder den Strahlenbündel auffangen wird, noch ehe sich die Strahlen in einen einzigen Punkt vereinigt haben, oder daß diese erst dann auf sie fallen werden, nachdem sie sich beim Durchgang durch den Focus gegenseitig unter einander gekreuzt haben. In jedem dieser Fälle wird jeder Strahlenbündel auf die Netzhaut einen kleinen Lichtkreis werfen, welcher in der Mitte heller, glänzender, an den Rändern aber matter ist; die Ränder werden sich in den benachbarten Strahlenbündeln vermischen, und dadurch eine Verwirrung in dem Bilde hervorbringen.

Man hat jedoch gefunden, daß das Auge die Fähigkeit und Einrichtung besitzt, trotz der großen Verschiedenheit in der Entfernung der Gegenstände dennoch immer genau zu sehen, je nachdem die Aufmerksamkeit der Seele auf irgend einen besondern, sichtbaren Gegenstand gerichtet wird. Die Art und Weise,

*) Dies wird deutlich gemacht durch die Fig. 257, 258 und 259; die erste davon zeigt die schnelle Convergenz der Lichtstrahlen, welche von einem sehr entfernten Gegenstande ausgehen und welche als parallele angenommen werden können. Die zweite Figur zeigt die divergirenden Lichtstrahlen, welche in einem schon etwas entfernter liegenden Focus vereinigt werden; die dritte endlich beweist, daß der Focus immer desto entfernter liegt, je größer die Divergenz der zu brechenden Lichtstrahlen ist.

zarten Nervenhaut hingeworfen hat; ein Gemälde, welches, obschon kaum den Raum von einem halben Zoll Durchmesser einnehmend, die genauesten Umrisse von einer unendlichen Scenerie des Himmels und der Erde enthält, angefüllt mit allen Arten von Gegenständen, — die einen in Bewegung, die andern ruhend, aber alle auf das Genaueste dargestellt, sowohl in ihren Formen, als in ihren Farben und Stellungen, und bekleidet in allen ihren Veränderungen, ohne die geringste Störung, Unregelmäßigkeit oder Verwirrung. Ein jeder unter jenen zahllosen und staunenswerthen Himmelskörpern, deren Lichtstrahlen, nachdem sie unendliche Regionen des Raums zurückgelegt haben, endlich auf unser Auge treffen, wird auf dessen kleinem Vorhange in einen leuchtenden Focus von unbegreiflicher Winzigkeit gesammelt; und doch ist dieser beinahe unendlich kleine Punkt hinlänglich im Stande, der Seele durch Vermittlung des optischen Nerven und des Gehirns die Kenntniß des Daseyns und der Lage jenes so fernen Lichtkörpers, welcher jene Lichtstrahlen ausgesandt hat, mitzutheilen. Wie unendlich muß die Weisheit und Macht jenes Wesens alle Grenzen unserer Begriffe übersteigen, welches ein Werkzeug entwarf und ausführte, das innerhalb so beschränkter Dimensionen so außerordentliche Kräfte vereinigt, wie das Auge, dessen Wahrnehmungen ebenso gut die nächsten wie die entferntesten Gegenstände umfassen, und zu gleicher Zeit Kenntniß nimmt von den allerwinzigsten Theilchen eines Dinges und von Körpern, welche unendliche Größen besitzen!

§. 5. Vergleichende Physiologie des Sehens.

Bei der Bildung eines jeden Theils der thierischen Maschinerie sind wir im Stande, im Allgemeinen das Gesetz einer stufenweisen Entwicklung zu erkennen. Dieses Gesetz jedoch ist besonders deutlich in denjenigen Organen ausgesprochen, welche in ihrem vollkommensten Zustande die größte Complication und Verfeinerung ihres Baues zeigen. Denn folgen wir allen ihren verschiedenen Gestaltungen in der aufsteigenden Reihe der Thiere, so finden wir immer, wie sie in allmähligen Gradatio-

nen immer mehr sich ausbilden, ehe sie ihren höchsten Grad von Vollkommenheit erreichen. So zeigt auch das Gesichtsorgan mitten unter einer unendlichen Manigfaltigkeit von Bildungen, allmählich sich steigernde Grade von Verfeinerung, in Verbindung mit entsprechender Ausbreitung seiner Kräfte. So allmählig ist das Fortschreiten seiner Entwicklung, daß es nicht leicht ist den Punkt zu bestimmen, wo die Fähigkeit zu Sehen, im eigentlichen Sinne des Wortes, anfängt ausgeübt zu werden, oder wo die ersten Anfänge des Sehorgans beginnen.

Spuren eines gewissen Grades von Empfindlichkeit für den Eindruck des Lichtes zeigen uns mehrere von den niedriger stehenden Ordnungen der Zoophyten, obschon wir nicht im Stande sind, irgend ein sichtbares Organ, welches zur Aufnahme jener Eindrücke besonders geeignet wäre, auszukundschaften. Dieses ist der Fall bei vielen microscopischen Thierchen, noch auffallender aber bei Hydra (Süßwasserpolypen) und den Actinien (Seeanemonen), welche durch ihre Bewegungen beweisen, daß sie den Einfluß jener Potenz gar wohl empfinden; denn wenn man sie in einem Gefäße aufbewahrt, so setzen sie sich immer vorzugsweise an die Seite, wo das meiste Licht zutreten kann *). Auf der anderen Seite sucht das Veretillum cynomorium (ein zu der Ordnung der Seefedern gehöriges Geschöpf) immer die dunkelsten Plätze aus, und zieht sich augenblicklich zusammen, so wie es dem Einflusse des Lichtes ausgesetzt wird **). Bei vollkommen ruhiger See sieht man, wie die Medusen (Quallen) sich an die Oberfläche des Wassers erheben, während sie sogleich die Richtung ändern und wieder hinabsteigen, sobald sie an Stellen gelangen, welche dem vollen Einflusse der Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, und zwar ehe noch irgend ein Theil ihres Körpers mit der Atmosphäre selbst in Berührung gekommen war ***). Jedoch kann man in allen diesen Fällen den Zweifel erheben, ob

*) Darin stimmen die Mittheilungen eines Trembley, Baker, Bonnet, Göze, Hanow, Rösel, Schäfer vollkommen überein.

**) Siehe Rapp Nov. Act. Acad. nat. cur. von Bonn XIV. 645.

***) Vergl. Grant, Edinburgh Journal of Science, Nro. 20.

nicht die beobachteten Bewegungen die einfache Wirkung der Senſation von Wärme ſeyn könnten, welche durch die mit den Lichtſtrahlen verbundenen Wärmeſtrahlen hervorgebracht wurde; in welchem Falle ſie blos die Wirkung einer verfeinerten Art von Taſtſinn beweiſen würden. *)

Die erſten unzweifelhaften Spuren eines deutlichen Sehorgans treten erſt in der Claſſe der Anneliden (Würmer) auf, obſchon die Unterſuchungen Ehrenberg's uns zu der Vermuthung bewegen könnten, daß Sehorgane ſchon bei Geſchöpfen, welche viel tiefer in der Thierreihe ſtehen, vorkommen. Jener Naturforſcher hat ſie bei mehreren Arten der höher organiſirten Infuſionsthierchen beobachtet, welche zu den Ordnungen der Rotiferen (Räderthierchen) gehören, beſonders bei der Hydatina Senta, bei welcher er die kleinen ſchwarzen Punkte, welche bei anderen Arten bemerkt werden können, in einen einzigen Fleck von größerer Ausdehnung vereinigt fand. Auch Nitſch behauptet, daß die Cercaria viridis mit drei Organen dieſer Art verſehen ſey. Die Planarien zeigen zwei oder drei Flecke, welche man als Geſichtsorgane angeſehen hat, und Bär hat gefunden, daß dieſe bei der Planaria torva aus einer Anhäufung von ſchwarzen Körnern zuſammengeſetzt ſind, welche ihre Lage unter den weißen oder durchſichtigen Integumenten haben.

*) In neueſter Zeit hat Ehrenberg, (ſ. J. Müllers Archiv, Jahrg. 1835, S. 462) einer der genaueſten Beobachter, bei einer Medusenart (M. aurita) auf den acht braunen, am äußeren Rande der Scheibe gelegenen Körpern rothe Punkte entdeckt, welche er nach Analogie der Augenpunkte bei den Räderthierchen für Augen hält. Ebenſo beobachtete er bei einer Art Seeſterne (Asterias violacea) an den Spitzen der Arme auf deren Bauchſeite ſchöne rothe Punkte (Augen); die Deutung derſelben als Augen ſcheint dadurch beſtätigt zu werden, daß jene Thiere dieſe Spitzen beim Kriechen immer gegen den Rücken zurückgebogen tragen, und daß der Nerve des Armes an der Spitze dicht am Auge eine Verdickung zeigt. Aus der ganzen Entwicklungsgeſchichte der Naturforſchung geht hervor, daß wir uns ſehr hüten müſſen, voreilig über die Anweſenheit oder den Mangel gewiſſer Organe bei den niederſten Thieren uns auszuſprechen, denn hier iſt noch ein unendliches Feld für weitere genauere Unterſuchungen und Entdeckungen offen.

Anm. d. Ueb.

**) Vergleiche hierüber die Nov. Act. Acad. nat. Cur. von Bonn XIII. 712, ebenſo die Abhandlung von Dugés unter dem Titel „Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planaires“ in den Annales des Scienc. natur. XV. 148.

Die Augen der Nais proposcidea ſind nach Gruithuiſen ganz einfach aus einer kleinen Menge eines ſchwarzen Pigments zuſammengeſetzt, welches an das Ende des optiſchen Nervens befeſtigt iſt; dem Ausſehen nach ganz ähnliche Organe trifft man auch bei mehreren, tieferſtehenden Ordnungen der Anneliden an. In allen dieſen Fällen muß ſich uns aber der höchſt beachtenswerthe Zweifel aufdrängen, ob nicht dieſe angeblichen Geſichtsorgane mit irgend einer anderen Abſicht conſtruirt ſind, als blos allgemeine Empfindungen von Licht überhaupt aufzunehmen, ohne beſtimmte Wahrnehmungen von den Gegenſtänden ſelbſt, von welchen die Lichtſtrahlen ausgehen, hervorzubringen. Denn um die letztere Abſicht zu erreichen, werden, wie wir oben geſehen haben, eigenthümliche, und mehr complicirte, optiſche Apparate unumgänglich nothwendig. Eine Annäherung an die Bildung einer Cryſtallinſe tritt auf bei dem Genus Eunice Cuvier's oder Lycoris, Sav. (es gehört zu den ſogenannten Kieferwürmern). Bei dieſem finden ſich nach der Beobachtung des Profeſſor Johann Müller (in den Annales des Sciences naturelles, XXII, 19, 23) vier Augen, welche an dem hintern Theile des Kopfes liegen und von der Epidermis (Oberhaut) bedeckt werden; aber in ihrem Innern enthalten ſie ein Knöchelchen, welches aus einer undurchſichtigen weißen Subſtanz beſteht, von einem ſchwarzen Pigmente umgeben, und von einem optiſchen Nerven durchdrungen wird, welcher in Verbindung mit dem Gehirne ſteht. Auf der andern Seite hat Profeſſor Weber bei dem gewöhnlichen Blutegel (Hirudo medicinalis) nicht weniger als zehn kleine Augen gefunden, welche vorne auf dem Kopfe in einem Halbkreiſe gelagert ſind, und ein wenig über die Oberfläche der Haut hervorragen. Sie zeigen von außen eine convere und vollkommen durchſichtige Cornea, während ſie inwendig in cylindriſche Röhren ſich verlängern, welche ein ſchwarzes Pigment enthalten; lauter Vorrichtungen, die augenſcheinlich eine Art des Sehens bezwecken, welche einen viel höheren Rang einnimmt als diejenige, welche allein in der einfachen Erkenntniß der Gegenwart des Lichts beſteht.

Nie hat man bei irgend einem Thiere unter den Acephalen oder zweischaligen Muschelthieren (einer Ordnung der Mollusken) ein Organ entdeckt, welches auch nur die entfernteste Beziehung zu dem Sinne des Gesichts hätte. Aber verschiedene Arten der Gasteropoden (Schnecken) besitzen Organe, welche diesen Sinn vorzustehen scheinen; sie sind zuweilen an der Basis, zuweilen in der Mitte und am häufigsten an dem äußersten Ende der Tentakeln oder Fühlfäden angebracht. Von der letztern Art haben wir ein Beispiel an der gemeinen Schnecke, welche dieser Tentakeln oder Hörner vier an der Zahl besitzt; diese sind fähig hervorgestreckt und wieder zurückgezogen zu werden, wobei sie sich, je nach der Willkühr des Thieres, nach innen umstülpen, wie die Finger eines Handschuhes. Nach den Untersuchungen von Joh. Müller (Annales des sciences naturelles. XXII, 12) hat das Auge der Weinbergschnecke, Helix pomatia, welches bei E (in Fig. 263) abgebildet ist, seine Lage ein wenig auf einer Seite des abgerundeten Endes oder der Papille (P) des Fühlhorns, und ist einem ovalen Bulbus von schwarzer Farbe angeheftet. Es erhält blos einen sehr feinen Zweig (O) von einem größeren Nerven (N N) welcher sich auf der Papille das Fühlhorns verbreitet und ausschließlich für die Vermittlung des Tastsinnes bestimmt zu seyn scheint. Der ovale Bulbus, an welchen das Auge geheftet ist, wurde in obiger Abbildung in die röhrenartige Scheide des Fühlhorns (S S) halb zurückgezogen dargestellt. Das Auge kann aber seine eigenthümlichen Functionen blos dann ausüben, wenn es durch die vollständige Entfaltung und das Hervorstrecken des Fühlhorns ganz frei gestellt wird. Dieses Auge enthält innerhalb einer Aderhaut oder Chorioidea eine halbflüssige und vollkommen durchsichtige Substanz, welche die ganze Kugel vollkommen ausfüllt. Müller hat ferner im vorderen Theile desselben einen anderen durchsichtigen Körper entdeckt, welcher die Gestalt einer Linse besitzt. Dieser Naturforscher hat so durch seine Entdeckungen die Genauigkeit Swammerdam's in seiner Beschreibung der Anatomie des Auges der Schnecken bestätigt, welche von Sir Dr. Home (in der Philosoph. Transact. for

1824, p. 4) und anderen Schriftstellern in Zweifel gezogen worden war.

Eine dieser sehr ähnliche Bildung hat man an dem Auge der Murex tritonis oder des Tritonshorns (Tritonium, Cuvier) entdeckt, nur kommt hier noch eine deutliche Regenbogenhaut hinzu, welche durchbohrt ist, und wodurch eine Pupille gebildet wird. Eben dieser Theil wurde auch bei der Voluta cymbium in Verbindung mit einer Crystalllinse von sehr beträchtlicher Größe von Dr. Blainville beobachtet (Principes d'Anatomie comparée, I, 445). Auf diese Art scheinen die Gesichtsorgane dieser Gasteropoden jedes Erforderniß zu einem bestimmten Sehen, welches diesen Namen wirklich verdient, zu besitzen. Joh. Müller (Ibid. p. 16) erzählt, daß in neuesten Zeiten von Leuchs und Streifensand Versuche angestellt worden sind, bei welchen man wiederholt die Beobachtung machte, daß Schnecken einem kleinen Körper, welcher in die Nähe ihrer Fühlhörner gehalten wurde, auswichen, wodurch klar bewiesen wird, daß sie einen Gesichtssinn besitzen. Auch diese Resultate dienen also dazu, die Versicherung Swammerdam's zu bestätigen, er habe sichere Beweise erhalten, daß eine Schnecke vermittelst dieser Organe sehen könne.

Der genauen Erforschung der anatomischen Verhältnisse in dem Auge der Insecten stehen bedeutende Schwierigkeiten im Wege, sowohl wegen der Kleinheit ihrer Theile als auch wegen ihrem sehr zusammengesetztem Baue. Obschon daher durch die unermüdlichen und sorgfältigen Untersuchungen der Insectenkundigen einiges Licht über diese so interessanten Verhältnisse verbreitet worden ist, so herrscht doch noch eine große Dunkelheit hinsichtlich der Art und Weise, wie diese winzigen Geschöpfe den Gesichtssinn ausüben. Man hat in der Classe der Gliederthiere (Arthrozoen) vielerlei Hauptformen von Gesichtsorganen angetroffen; die erste bilden die ganz einfachen Augen, oder die sogenannten Stemmata, welche das Aussehen von glänzenden Puncten, und mit denjenigen Aehnlichkeit haben, wie sie oben bei den höheren Ordnungen der Anneliden beschrieben worden sind. Zu der zweiten Form gehören die

angehäuften, conglomerirten Augen, bei welchen eine große Anzahl von einfachen Augen der erstern Art in Haufen vereinigt sind; die dritte Form wird von den zusammengesetzten Augen gebildet, welche aus einer außerordentlich großen Anzahl kleiner Röhrchen zusammengesetzt werden, von denen wieder jedes einzelne seinen besonderen Apparat von Augenflüssigkeiten, so wie eine Netzhaut besitzt, und nach außen zu mit einer besonderen Hornhaut endigt, welche über die allgemeine Oberfläche des Gesichtsorgans leicht erhaben ist. Die vierte und letzte Form, welche bis jetzt noch durch keine besondere Benennung bezeichnet worden ist, wird von einer großen Anzahl getrennter Linsen und darunter liegender Netzhäute zusammengesetzt, aber das Ganze ist hier von einer einzigen, allen gemeinschaftlichen, Hornhaut bedeckt, welche glatt, gewölbt und also nicht facettirt ist.

Nur wenige Insecten sind der Gesichtsorgane entweder in ihrem Larven- oder vollkommen entwickelten Zustande gänzlich beraubt. Doch ist dieses wirklich der Fall bei dem Genus **Claviger**, welches zu den **Coleopteren** (Käfern) gehört, so wie nach Nitzsch bei **Braula**, welche zu den **Dipteren** (Zweiflüglern) gehört (und parasitisch auf den Bienen lebt), so wie ferner bei einigen Arten von **Pupipara**, **Nycteribia** und **Melophagus**, welche sämmtlich parasitische Insecten sind. Auch gibt es einige wenige Arten von Ameisen, deren Zwitter keine Augen haben, (s. Joh. Müller **Annales des Scienc. naturell. XVII, 366**). Die Larven derjenigen Insecten, welche einer vollständigen Metamorphose unterworfen sind, haben blos einfache **Stemmata**, während diejenigen, welche blos eine theilweise Umänderung ihrer Gestalt durch zu machen haben, wie zum Beispiel die **Orthopteren** (Geradflügler), die **Hemipteren** (Halbflügler) und die im Wasser lebenden **Neuropteren** (Netzflügler) sowohl zusammengesetzte als einfache Augen besitzen. Vollkommene Insecten, die wenigen oben angeführten allein ausgenommen, besitzen immer zusammengesetzte Augen, im Allgemeinen zwei an der Zahl, welche an den Seiten des Kopfes liegen. Ueberdieß kommen zugleich mit diesen öfters auch einfache Stemmata vor,

welche dann an dem oberen Theile des Kopfes entweder zwiſchen oder hinter jenen ihre Lage haben. Dieſer Stemmata ſind da, wo ſie angetroffen werden, im Allgemeinen drei an der Zahl, und liegen entweder in einer geradlinigen Reihe oder ſind in Form eines Dreiecks aufgeſtellt. Ihre Structur iſt von Profeſſor Müller ſehr genau unterſucht worden, welcher denn fand, daß ſie eine harte und kugelförmige (oder elliptiſche) Cryſtalllinſe enthalten, ſo wie einen Glaskörper und eine Chorioidea (Aderhaut) mit der ſie bekleidenden, dunkeln Pigmentſchichte; das Ganze wird nach außen von einer convexen, einfachen Hornhaut überzogen. In Fig. **264** ſind dieſe Stemmata bei einer Raupe dargeſtellt, welche acht von dieſen Augen beſitzt; ſie ſind unter einander durch eine cirkelförmige Chorioidea (X X) vereinigt, welche allen zuſammen gemeinſchaftlich zukommt; ſie ſtehen in Verbindung mit den einzelnen Zweigen (O O) des optiſchen Nerves (N), welche zu jedem einzelnen Auge hingehen.

Alle Arachniden (Spinnen) beſitzen Augen, welche mit dieſen zuletzt beſchriebenen übereinſtimmen; vermöge ihrer gröſſeren Entwicklung geben ſie auch die Mittel an die Hand, ſie mit geringerer Schwierigkeit zu unterſuchen, als dieſes bei den eigentlichen Inſecten der Fall iſt. Die Zahl dieſer Augen beträgt bei den Spinnen im Allgemeinen acht, und ſie ſind mit groſſer Symmetrie an der oberen Seite des Kopfes angebracht. In Fig. **265** iſt in ſehr vergröſſertem Maaßſtabe eines der groſſen **Stemmata**, welche ſich bei **Scorpio tunensis** auf dem Kopfe finden, dargeſtellt; es wurde ſo zerlegt, daß ſeine inneren Theile leicht überblickt werden können. Man ſieht hier die Hornhaut (C), welche von einer Fortſetzung der allgemeinen Decken (I) ihren Urſprung nimmt; bei L erblickt man die dichte, kugelförmige Cryſtalllinſe; ferner (bei X) die Chorioidea mit ihrem Pigment, *) dieſelbe bildet eine weite Oeffnung oder Pupille; der

*) Marcel de Serres gibt an, daß einige der Stemmata bei den Inſecten, welche er unterſucht hat, eine dünne Chorioidea enthalten, welche einen ſilberartigen Glanz von ſich wirft, wie wenn ſie die Beſtimmung hätte, das Licht, welches auf dieſelbe fällt, zurückzuwerfen.

Anm. d. Ueb.

Glaskörper (V) wird auf seiner hinteren Fläche von der Netzhaut (R) überzogen, welche ganz nahe an jenem anliegt; bei O ist der optische Nerve dargestellt, von welchem die Netzhaut eine zusammenhängende Ausbreitung ist.

Beispiele von konglomerirten Augen kommen bei den Myriapoden oder Tausendfüßlern vor. Bei dem Scolopender zum Beispiel bestehen sie aus ungefähr zwanzig kreisförmigen, durchsichtigen Cristallinsen, welche sich gegenseitig berühren, und in fünf Reihen angebracht sind, mit einem einzigen größeren Auge hinter den übrigen, welches Kirby mit einer Schildwache oder einem Vorposten vergleicht, der in einiger Entfernung von der Hauptwache entfernt aufgestellt ist. Bei Julus terrestris oder dem gewöhnlichen Tausendfuß sind diese Augen, deren Zahl sich auf 28 beläuft, in Form eines Dreiecks geordnet, und liegen in sieben Reihen; die Zahl der Augen vermindert sich regelmäßig in jeder Reihe um eines, von der Basis gegen die Spitze zu. *)

Die zusammengesetzten Augen der Insecten bestehen aus einer sehr großen Anzahl von einzelnen Cylindern oder verlängerten Kegeln, welche auf der Oberfläche eines centralen Bulbus ganz enge zusammengedrängt neben einander liegen, welchen man als einen Theil des optischen Nerven betrachten kann; während ihre vereinigte Basis oder die äußeren Endigungen der Kegel die Oberfläche einer halbkugelförmigen Wölbung zusammensetzen, welche oft einen sehr beträchtlichen Raum auf jeder Seite des Kopfes einnimmt. Die Zahl dieser Crystallkegel oder Cylinder, welche das ganze Sehorgan zusammensetzen, zeigt bei den verschiedenen Arten eine große Mannigfaltigkeit. Bei den Ameisen finden sich blos 50 derselben; bei einem Scarabaeus (einer Käfergattung) 3180; bei Bombyx mori (Seidenspinner) 6236; bei der gewöhnlichen Stubenfliege (Musca domestica) 8000; bei Melolontha vulgaris (Maikäfer) 8820; bei Phalena cossus (Weidenbohrer) 11,300; bei Libellula (einer Wasserjungfer) 12,544; bei Papilio 17,325; bei Mordella (einer Käfergattung) 25,088.

*) Vergleiche hierüber *Kirby* and *Spencer* Introduction etc. etc. III, p. 494.

Die Basis jedes dieser einzelnen Kegel hat gewöhnlich eine sechseckige Gestalt, eine Art der Bildung, welche neben ihrer gleichförmigen Einrichtung zugleich die größte Ersparniß an Raum zuläßt, wie es auch bei den Zellen der Honigwaben der Fall ist. Die hexagonalen Abtheilungen der Oberfläche des Auges sind sehr deutlich zu unterscheiden, wenn man die oberste Fläche der Augen unter einem Microscope betrachtet, besonders deswegen, weil zwischen jede einzelne Abtheilung eine dünne Lage des schwarzen Pigments eingeschoben ist, etwa wie der Mörtel zwischen die Lagen der Backsteine an einer Mauer. Das Aussehen, welches sie am Auge von **Melolontha** (Maikäfer) zeigen, wenn man es bei sehr starker Vergrößerung betrachtet, ist in Fig. **266** dargestellt. Bei den Phalänen und andern Ordnungen der Schmetterlinge sind sie dagegen in Vierecke abgetheilt und nicht in Sechsecke; sehr häufig zeigen sie auch weniger Regelmäßigkeit, was an mehreren Stellen eine nothwendige Folge davon ist, daß die Oberfläche der Kugel gekrümmt erscheint. Die innere Structur solcher Augen kann man am leichtesten an einem Durchschnitte des Auges der **Libellula vulgata** (Wasserjungfer) kennen lernen, wie es in Fig. **268** dargestellt ist, in Verbindung mit den sehr stark vergrößerten Ansichten einzelner kleinerer Theilchen davon, welche in den unten folgenden Figuren abgebildet wurden; in allen diesen Abbildungen wurden immer dieselben Buchstaben gebraucht, um die gleichen Objecte anzuzeigen*).

Die ganze äußere Schichte, (C C) welche an dem zusammengesetzten Auge zu bemerken ist, kann als der Hornhaut entsprechend angesehen werden; jede einzelne Abtheilung derselben hat man eine Hornhautfacette (Corneule) genannt, welche aus einer hornartigen und vollkommen durchsichtigen Substanz zusammengesetzt ist. Jede solche Hornhautfacette (C) hat die Form einer abgestumpften Pyramide (C), deren Länge (L) etwa zwei bis dreimal größer ist, als der Durchmesser der

*) Diese Abbildungen, sowie die Schilderung der anatomischen Structur des Auges von Libellula, wurden entlehnt aus der Abhandlung von Dugés, in den Annales des sciences naturelles XX, 341.

Basis (B). Die äußere Oberfläch (B) ist stark convex, während das hintere oder abgestumpfte Ende (D) concav ist; da nun die Concavität der letzteren geringer ist, als die Convexität der ersteren, so stimmt ihre optische Wirkung mit der eines Meniscus überein, welcher eine concav-convexe Linse ist; sie hat also die Fähigkeit, die Lichtstrahlen welche sie durchdringen, in einem entfernten Focus zu sammeln. Innerhalb dieser Corneule's ist eine Lage von einem opaken, schwarzen Pigment (X) ausgebreitet, welches wahrscheinlich mit einer Chorioidea in Verbindung steht, welche letztere man aber wegen der großen Zartheit ihres Gewebes bis jetzt noch nicht im Stande war zu beobachten.

Dem Mittelpuncte oder der Axe jeder Corneule gerade gegenüber bemerkt man eine cirkelförmige, durchbohrte Stelle (P), welche ganz die Verrichtungen einer Pupille ausübt*). Dugés gibt an, er habe wirklich an diesem pupillenartigen Theile Bewegungen von Contraction und Dilatation wargenommen, ähnlich denen der Regenbogenhaut bei den Wirbelthieren. Ebenso hat er gefunden, es gebe einen kleinen Zwischenraum (A), welcher zwischen dem Ende jeder Hornhautfacette und der Regenbogenhaut liege, und mit einer wässerigten Flüssigkeit ausgefüllt sey. Die Scheidewände, welche von der Substanz der Chorioidea, dem schwarzen Pigmente (X) gebildet werden, setzen sich nach innen zu fort gegen das Centrum der allgemeinen Halbkugel; die cylindrischen hohlen Räume, welche von ihnen eingeschlossen werden, sind von einem durchsichtigen cylin-

*) Diese pupillenartige Oeffnung ist von Joh. Müller entdeckt worden, nachdem sie allen Anstrengungen der früheren Beobachter, sie zu entdecken, entgangen war; man hatte deßhalb früher allgemein angenommen, daß das schwarze Pigment die ganze innere Oberfläche der Hornhaut überziehe, und somit dem Durchgange des Lichts in die jenseits der Hornhaut gelegenen Theile des Auges ein unübersteigliches Hinderniß in den Weg lege. Es war daher, wie sich von selbst versteht, bisher unmöglich, so lange eine solche Ansicht vorherrschte, irgend eine vernünftige Theorie des Sehens bei Augen mit einer solchen Construction aufzustellen.

derförmige Körper (V) ausgefüllt, welcher wiederum aus einer äußeren Membran besteht, welche von einer klebrigen Substanz, ganz ähnlich dem Glaskörper, ausgefüllt wird. Die allgemeine Form und Lage derselben, wie sie in dem schwarzen Pigment gleichsam eingebettet liegen, kann man auf den sehr vergrößerten Durchschnitten sehen. Jeder Cylinder fängt vorne mit einer abgerundeten, converen Basis an, unmittelbar hinter der ihm zugehörenden Pupille, und läuft allmählig gegen sein hinteres Ende immer schmäler zu, wo er endlich mit einem Zweige des optischen Nerven (N) zusammentrifft. Alle diese Nervenzweige vereinigen sich, nachdem sie eine gewisse Strecke Weg's durch eine dicke Masse von Pigment hindurch gegangen sind, in einen großen centralen Nervenbulbus (G in Fig. 271) welcher den Namen des Sehnerven Ganglion's führt.

Eine unendliche Manigfaltigkeit der Formen tritt uns in jedem dieser Theile des Auges bei den verschiedenen Arten der Insecten entgegen. Sehr häufig hat der Glaskörper (V), statt einen verlängerten Cylinder darzustellen, die Gestalt eines kurzen Kegels, welcher sich in eine feine Spitze endigt, wie man in Fig. 270 sehen kann. Straus-Dürkheim scheint sich getäuscht, und diesen Theil für eine erweiterte Endigung des optischen Nerven angesehen zu haben; er glaubte, derselbe sey undurchsichtig, und bilde eine Art Netzhaut, welche sich an die hintere Fläche der Corneule anlege, welchen letzteren Theil er als die eigentliche Crystalllinse betrachtete. In seiner vortrefflichen Abhandlung über die Anatomie des Maikäfers beschreibt er die Fäden (F) des optischen Nerven so, wie wenn sie in ihrem Verlaufe gegen innen durch eine zweite Membran (K, Fig 272) hindurchgiengen, welche er gemeinschaftliche Chorioidea nennt, und welche sich nachher vereinigt, um eine ausgebreitete Schichte oder eine noch allgemeinere Netzhaut (R) zu bilden, von welcher eine kleine Anzahl kurzer aber dicker Säulen von Nervensubstanz (N) ausgehen, welche gegen das große Central-Ganglion (G) immer mehr convergiren, in welchem sie sich endigen. Der Nutzen, welchen er dieser zweiten, allgemeinen Chorioidea zuschreibt, soll darin

bestehen, das Licht aufzufangen, welches in einem so ausserordentlich kleinen Organe unter andern Umständen bis zu der allgemeinen Netzhaut dringen und somit eine Verwirrung des Bildes oder eine nachtheilige Irritation hervorbringen könnte. Die Farbe des Pigments ist nicht immer schwarz, sondern hat öfters einen bläulichen Anstrich; bei der gemeinen Stubenfliege hat es eine glänzend scharlachrothe Farbe, welche der des Bluts ähnlich ist. Bei Insecten, welche in der Nacht schwärmen, ist die transversale Schichte von Pigment zwischen der Corneule und dem Glaskörper gar nicht vorhanden. *)

Es erhellt aus dem Bisherigen, daß jedes der einzelnen constituirenden Augen, welche alle zusammengenommen das große „zusammengesetzte“ Auge bilden, aus einer einfachen Röhre besteht, welche mit allen den, zu einem bestimmten deutlichen Sehen erforderlichen, Elementen ausgestattet ist, und dadurch die Fähigkeit erlangt, die Lichteindrücke von Gegenständen, welche in der Richtung der Axe jeder einzelnen Röhre liegen, aufzufassen. Die Lichtstrahlen, welche die benachbarten Corneules durchdringen, werden dadurch verhindert, sich mit denjenigen Strahlen zu vermischen, welche jeder Röhre eigenthümlich bestimmt sind, indem das schwarze Pigment als eine Scheidewand zwischen die Röhren eingeschoben ist, welche vollkommen die durchsichtigen Cylinder von allen Seiten umgibt und alle von der Seite einfallenden oder zerstreuten Lichtstrahlen auffängt. Durch diese Einrichtung hat die Natur den Mangel an Beweglichkeit in den Augen der Insecten wieder gut gemacht, indem sie deren Anzahl in's Unendliche vergrößerte, und für jeden besonderen Punct, welcher gesehen werden sollte, auch wieder ein besonderes Auge

*) Es ist zu bedauern, daß der Hr. Verfasser bei dieser Beschreibung besonders den Untersuchungen von Straus-Dürkheim gefolgt ist; so vortrefflich dessen sonstige Arbeiten sind, so hat er doch den Bau des Auges nur unvollkommen erkannt. Nach den neueren Untersuchungen, besonders von R. Wagner in Erlangen, wird jeder einzelne Crystallkegel von einer eigenen Netzhaut umfaßt, in welche sich die einfache Nervenfaser (z. B N in Fig. 270) ausbreitet; diese Netzhaut wird gegen außen von dem schwarzen Pigmente umgeben. Ob dieß aber eine wirkliche Nervenhaut; oder nicht vielmehr eine bloße Fortsetzung der Hülle des Marks der Sehenerven sey, wird noch von Mehreren, z. B. von Joh. Müller, bezweifelt. Anm. d. Ueb.

bildete. Auf dieſe Art hat die Natur jene hypothetiſche Vorrichtung wirklich in Ausführung gebracht, welche wir oben im Anfange unſerer Unterſuchungen über das Sehen als möglich angenommen haben, als wir alle die möglichen Arten betrachteten dieſen Zweck zu erreichen.

Dieſe Art zu Sehen wird wahrſcheinlich ſehr unterſtützt durch die Kraft jeder einzelnen Corneule, die Lichtſtrahlen zu brechen; obſchon es bei Theilen von ſo winziger Größe kaum möglich iſt, eine genaue Schätzung dieſer brechenden Kräfte durch unmittelbare Verſuche anzuſtellen. Zur Bekräftigung dieſer Anſicht bin ich jedoch glücklich genug, eine ſchätzbare Beobachtung des verſtorbenen Dr. Wollaſton, in Beziehung auf das Auge des gewöhnlichen Flußkrebſes (Astacus fluviatilis), anführen zu können; derſelbe fand, daß die Länge jeder einzelnen conſtituirenden Röhre ſehr gering iſt im Vergleich mit derjenigen bei der Libellula. Indem Dr. Wollaſton die Entfernung des Focus (Focaldiſtanz) bei einer dieſer Corneules ganz genau maaß, verſicherte er ſich, daß dieſelbe mit großer Genauigkeit der Länge der Röhre, welche an dieſelbe befeſtigt iſt, entſpricht; ſo daß alſo das Bild eines äußeren Gegenſtandes ganz genau auf dem Puncte gebildet wird, wo die Netzhaut angebracht iſt um daſſelbe aufzufangen. Dieſe höchſt intereſſante Thatſache wurde mir durch Capitain Kater, welcher in Gemeinſchaft mit Mr. Children dem Dr. Wollaſton bei dieſer Unterſuchung beiſtand, mitgetheilt.

Nur wenig wiſſen wir bis jetzt von der Beſchaffenheit der Functionen jener zwei Arten von Augen, welche man die einfachen und angehäuften oder conglomerirten nennt, welche beide im Allgemeinen bei den höheren Ordnungen der geflügelten Inſekten vorzukommen pflegen. Man hat aus dem Umſtande, daß die conglomerirten Augen ſich nicht entwickeln, als bis das Inſect die Fähigkeit zu fliegen erlangt hat, die Folgerung ableiten wollen, daß ſie ganz beſonders zum Sehen der weiter entfernten Gegenſtände dienen möchten. Aber man muß geſtehen, daß die Verſuche, welche man bis jetzt über dieſen Gegenſtand angeſtellt hat, noch durchaus nicht zu beweiſenden Reſul-

taten geführt haben. Dugés fand bei seinen Versuchen, daß, nachdem die Stemmata bedeckt worden waren, das Gesicht dem Ansehen nach eben so vollkommen blieb, als zuvor. Wenn man dagegen auf der andern Seite die Insecten des Gebrauchs der conglomerirten Augen beraubt hatte, und dieselben demnach blos durch die Stemmata noch sehen konnten, so schienen sie nichts mehr unterscheiden zu können, mit einziger Ausnahme der Gegenwart oder Abwesenheit des Lichts. Andere haben behauptet, daß wenn die Stemmata mit einem dunkeln Firniß bedeckt werden, die Insecten die Fähigkeit verlieren, ihren Flug in der gehörigen Richtung vorzunehmen, und daß sie gegen die Wand und andere im Wege stehende Gegenstände anstoßen. Würden im Gegentheil die conglomerirten Augen mit solchem Firniß überzogen, während der Gebrauch der Stemmata ungestört bleibt, so fliege das Insect gewöhnlich fort, indem es sich in senkrechter Richtung in die Höhe erhebe, und so lange, als man es mit den Augen verfolgen könne, in dieser senkrechten Richtung fortfliege. Seyen dagegen alle Augen eines Insects auf jene Art überzogen worden, so mache dasselbe nur sehr selten irgend einen Versuch davon zu fliegen.

Die Augen der Insecten, mögen sie nun einfach oder zusammengesetzt seyn, sind in ihrer Stellung unbeweglich angeheftet. Anders verhält es sich mit den conglomerirten Augen der höheren Ordnungen der Krustenthiere, denn diese sind an ihren Enden auf beweglichen Stielen befestigt, so daß sie nach Willkühr eine freie Bewegung in der Richtung der Gegenstände, welche gesehen werden sollen, gestatten. Latreille beschreibt eine Art von Krabben, welche an den Küsten des mittelländischen Meeres vorkommt, deren Augen auf einer langen gegliederten Röhre befestigt sind, welche aus zwei Articulationen zusammengesetzt ist, und somit dem Thiere die Fähigkeit ertheilt, seine Augen in den verschiedensten Richtungen zu bewegen, ähnlich den Armen eines Telegraphen. Diese Einrichtung findet sich jedoch bei den Entomostraca (einer Abtheilung der Krustenthiere) nicht, zu welchen die verschiedenen Arten der Monoculi, Einaugen (überhaupt sehr viele der kleinen Krusten-

thiere, welche in unſern ſüßen Gewäſſern vorkommen) gehören. Bei dieſen ſind die beiden Augen ſo enge mit einander in Verbindung gebracht, daß ſie dem Ausſehen nach ein einziges Organ zu bilden ſcheinen, welches in ſeiner Structur der vierten oben angeführten Claſſe von Augen entſpricht; das heißt, die verſchiedenen getrennten Kryſtalllinſen, welche es enthält, haben eine gemeinſchaftliche Umhüllung erhalten durch eine durchſichtige Membran oder Hornhaut *). Es wurde dieſes Organ mit Muskeln verſehen, um das Auge in ſeiner Röhre oder auf ſeinem Stiele bewegen zu können; wir haben alſo hier eine Annäherung zu der Einrichtung des Auges, wie wir ſie bei den höheren Thierklaſſen vorherrſchend finden. Jedoch läßt ſich ein noch viel höherer Grad dieſer Annäherung zu den letzteren in den Augen der Cephalopoden oder Kopffüßler erkennen; denn die Sepien (oder Dintenfiſche) zeichnen ſich vor allen den Arten, welche zu den niedrig ſtehenden Ordnungen der Mollusken gehören, dadurch aus, daß ſie große und ſehr wirkſame Augen beſitzen, welche einen halbkugelförmigen Glaskörper enthalten. Dieſer letztere iſt unmittelbar vor einer concav geformten Netzhaut gelegen, und nimmt an ſeiner vorderen Fläche eine große und ſehr ſtark convexe Kryſtalllinſe auf, welche an ihrer äußern Oberfläche weich iſt, aber gegen die Mitte zu ſehr ſchnell an Feſtigkeit zunimmt, und einen Kern von bedeutender Härte in ſich ſchließt. Es findet ſich in ihren Augen überdies ein ſchwarzes Pigment, ſo wie eine ſehr deutlich ausgebildete Regenbogenhaut, mit einer nierenförmigen Pupille. Dieſes Auge iſt beſonders merkwürdig wegen der gänzlichen Abweſenheit einer Hornhaut; die allgemeinen Hautdecken des Kopfes ſetzen ſich auch über die Regenbogenhaut fort, und ſchlagen ſich dann an dem Rande der Pupille um, um auch die Kryſtallinſe an ihrer

*) Den Bau des Auges bei Branchiopus paludosus hat in neueſter Zeit Burmeiſter (Müller's Archiv) genau unterſucht; derſelbe ſtimmt im Allgemeinen ziemlich mit demjenigen überein, welcher oben in meiner Bemerkung S. 69 angegeben wurde.

Anm. d. Ueberſ.

äußeren (vorderen) Oberfläche zu überziehen. Es fehlt alſo bei dieſem Auge auch diejenige Kammer, welche ſonſt die wäſſrige Flüſſigkeit des Auges, humor aqueus, zu enthalten pflegt, das heißt die vordere Augenkammer.*) Der Augapfel im Ganzen iſt beinahe kugelförmig geſtaltet; die harte Haut oder Sclerotica jedoch, oder vielmehr Chorioidea, iſt doppelt, indem ſie an ihrem hinteren Theile zwiſchen ihren beiden Abtheilungen einen beträchtlichen Zwiſchenraum frei läßt, welcher von dem großen Ganglion des optiſchen Nerven eingenommen wird, ſammt ſeinen zahlreichen Fäden, welche von einer weichen, drüſenartigen Subſtanz eingehüllt werden**). Bei dem Octopus, dem Polypen der Alten, bilden die allgemeinen Hautdecken am Auge eine Falte, welche das Rudiment von Augenliedern vorzuſtellen ſcheint

Die Augen der Fiſche unterſcheiden ſich von denjenigen der Sepien hauptſächlich dadurch, daß eine deutlich ausgebildete Hornhaut hinzutritt, welche ihre Lage an der äußeren oder vorderen Fläche der Regenbogenhaut und Kryſtalllinſe hat, aber nur einen ſehr unbedeutenden Grad von Converität beſitzt. Dieſes letztere iſt in Wirklichkeit bei allen im Waſſer lebenden Thieren der Fall, weil nämlich der Unterſchied der Dichtigkeit zwiſchen der Hornhaut und dem äußern dieſelbe umgebenden Medium, dem Waſſer, nur ſehr unbedeutend iſt, ſo würde die brechende Kraft der Hornhaut jedenfalls nur in geringem Grade ſtattfinden, möchte ſie nun ſo convex ſeyn, als ſie wollte; überdies iſt das Hauptmittel, um die gehörige Brechung der Lichtſtrahlen zu bewerkſtelligen, die Kryſtalllinſe. Demgemäß finden wir im Allgemeinen die Hornhaut faſt ganz plattgedrückt, ſo daß ſich die Geſtalt des Augapfels derjenigen einer Halbkugel nähert, während die Kryſtalllinſe ſelbſt beinahe kugelförmig iſt, und einen hohen Grad von Feſtigkeit beſitzt. Alle dieſe Verhältniſſe kann man in

*) Dieſe Beſchreibung paßt übrigens blos auf das Auge des Octopus und keineswegs auf alle Sepien; Loligo vulgaris z. B. iſt mit einer Hornhaut u. ſ. f. verſehen, beſitzt dagegen kein Augenlied, welches aber dem Octopus zukommt. Anm. d. Ueberſ.

**) Vergl. Cuvier, sur les mollusques, ſein Mémoire sur le Poulpe, pag. 37.

Fig. 273 deutlich sehen, an einem Durchschnitt des Auges von Flußbarschen (Perca). Wegen der Flachheit der Hornhaut bleibt beinahe kein freier Raum für die wässrige Flüssigkeit übrig, und nur sehr wenig für die freien Bewegungen der Regenbogenhaut. Auf obiger Figur, wie in den andern, stellt C die Hornhaut dar, L ist die Linse, V der Glasträger, R die Netzhaut, O der optische Nerve und S die Sclerotica. Man findet überdies bei den meisten Fischen ein eigenthümliches, drüsenartiges Organ, welches in dem Raum K zwischen den beiden Platten der Chorioidea gelagert ist, und den Namen Chorioidealdrüse führt. Diese umgiebt den optischen Nerven, ihre Gestalt nähert sich der eines Hufeisens; sie hat eine dunkelrothe Farbe, und bekömmt sehr viele Blutgefäße. Der Nutzen dieses Organs ist noch ganz unbekannt.

Da die äußere Oberfläche des Auges bei den Fischen durch das Wasser beständig abgewaschen wird, worin sie sich aufhalten, so machte es auch keine Anstalten nöthig, die Secretion einer zu diesem Zwecke dienenden Flüssigkeit erst zu bewerkstelligen. Man findet daher bei ihnen weder einen Thränenapparat, noch eigentliche Augenlieder, indem die allgemeinen Hautdecken blos eine dünne durchsichtige Membran abschicken, welche sich über die Hornhaut fortsetzt, und dieselbe beschützt, indem sie den Dienst der Conjunctiva verrichtet. Das Auge ist im Stande, seine Form zu erhalten, durch die Unterstützung, welche es von der Sclerotica erhält, denn diese besitzt einen außerordentlichen Grad von Dicke und Festigkeit. Bei den Rochen und Haifischen wird das Auge durch einen knorpelartigen Stiel über den Boden der Augenhöhle emporgehoben wodurch es in Stand gesetzt wird, sich wie auf einem Zapfen oder Hebel zu bewegen.

Sir David Brewster hat in neuester Zeitt eine interessante Untersuchung der Structur der Krystalllinse beim Stockfische angestellt, zu welcher er durch die Beobachtung einiger merkwürdiger, optischer Phänomene veranlaßt wurde, welche sich an ganz dünnen Schichten ihrer Substanz zeigten, wenn man polarisirtes Licht hindurchließ. Derselbe fand nun, daß der harte, im Mittelpunkt gelegene Theil derselben zusammengesetzt ist aus

einer Menge vollkommen durchsichtiger, kugelförmiger Lamellen, welche concentrisch über einander liegen. Ihre Oberflächen, obschon sie dem bloßen Ansehen nach ganz platt sind, zeigen doch dasselbe Spiel der Regenbogenfarben, wie die Perlmutter, und auch bei ihnen hat dasselbe seinen Ursprung in der nämlichen Ursache, wie bei letzterer, nämlich in der Gegenwart regelmäßig geordneter Linien oder Streifen *). Diese Linien, welche die Ränder der einzelnen Fasern bezeichnen, aus denen jede Lamelle zusammengesetzt ist, convergiren, etwa wie die Meridiane, welche von dem Aequator aus gegen die beiden Pole des Erdglobus gezogen sind. Die einzelnen Fasern selbst sind nicht cylindrisch, sondern plattgedrückt, so daß sie an Breite immer mehr abnehmen, in dem Verhältnisse, wie sie sich den Punkten der Convergenz nähern. Der Breitedurchmesser einer einzelnen Faser in der äußersten Schichte in der Gegend des Aequators beträgt ungefähr den 5,500sten Theil eines Zolls. Durch die Beobachtung eines andern optischen Phänomen's, welches noch von viel feinerer Natur ist, wurde Sir David Brewster zu der weitern Entdeckung der höchst merkwürdigen Art und Weise geführt, auf welche die einzelnen Fasern aneinander angeschlossen sind, was vermittelst einer Reihe von Zähnen an ihren Rändern bewerkstelligt wird, welche mit denen einer Winde viele Aehnlichkeit haben. Nach seinen Untersuchungen beläuft sich die Anzahl dieser Zähne an einer einzelnen Faser auf 12,500, da nun die ganze Krystalllinse beiläufig gegen 5,000,000 solcher Fasern besitzt, so beläuft sich die ganze Summe dieser Zähnchen auf 65,500,000,000. So weit sich die Untersuchungen dieses Naturforschers erstrecken, findet sich die gezähnte Structur in den Krystalllinsen aller Arten, sowohl der Fische als auch der Vögel. Eben so hat er sie auch bei zwei Arten von Eidechsen und bei dem Ornithorhynchus oder Schnabelthiere entdeckt; dagegen war er nicht im Stande, dieselbe bei irgend einem Säugethiere, selbst nicht bei den Cetaceen, wiederzufinden **).

*) Siehe vol. 1 pag. 232.

**) Philosoph. Transact. for 1833, p. 323.

Mehrere Fiſche, welche die Tiefen des Oceans bewohnen, und blos zwiſchen drei und vierhundert Faden tief unter der Oberfläche des Waſſers angetroffen werden, bei welchen es alſo unmöglich iſt, daß irgend eine bemerkbare Menge des Tageslichts zu ihnen dringen könnte, beſitzen ſehr große Augen, wie auch die nächtlichen Quadrupeden *). Bei einigen wenigen Arten, welche in den ſumpfigen Bänken der Flüſſe ſich aufzuhalten pflegen, wohin z. B. die Caecilia **) und Muraena coeca gehören, finden ſich blos Rudimente von Augen, ſo daß man ſie kaum zu entdecken im Stande iſt. Bei dem Gastrobranchus coecus (Myxine glutinosa) iſt es, wie de Blainville verſichert, vollends ganz unmöglich, auch nur die geringſte Spur von einem äußern Auge zu entdecken.

Die Reptilien, welche beſtimmt ſind, ſowohl in der Luft als in dem Waſſer zu leben, ſind mit Augen verſehen, welche ſich ganz dieſen verſchiedenen Verhältniſſen anpaſſen. Durch die ſtarke Hervorragung der Hornhaut und das Hinzutreten einer wäſſrigen Flüſſigkeit hat ihr Auge viel mehr Aehnlichkeit mit der Kugelform, als die Augen der Fiſche; ebenſo beſitzt ihre Kryſtalllinſe die brechende Kraft in einem viel geringerem Grade, weil bei ihnen die größte Brechung durch die Hornhaut bewerkſtelligt wird. Rudimente von Augenliedern werden bei dem Salamander angetroffen, ſie haben aber nicht den Grad von Entwickelung, daß ſie die ganze Oberfläche des Augapfels bedecken könnten. Bei einigen Schlangen ſetzen ſich die allgemeinen Hautbedeckungen über den Augapfel fort, indem ſie eine durchſichtige Conjunctiva, oder eine Art äußerer Hornhaut bilden, hinter welcher dann der Augapfel ſelbſt ſeine freie Beweglichkeit hat. Dieſe Membran wird auch jedesmal, ſo oft ſich die Schlange häutet, in Verbindung mit der ganzen Oberhaut abgeworfen. In dieſer Periode nun, ſo lange die Hornhaut An-

*) Siehe Observations sur les poissons recueilles dans un voyage aux Isles Baléares et Pythiuses. Par M. *Delaroche.*

**) Welche übrigens nicht zu den Fiſchen, ſondern zu den Amphibien gehört. Anm. d. Ueberſ.

ſtalten trifft, ſich ſelbſt abzulöſen, ſammelt ſich atmoſphäriſche Luft unter der äußeren Membran an, wodurch dieſe undurchſichtig wird. Daher kommt es, daß ſo lange, bis dieſe Operation vollendet, und eine gänzliche Trennung bewerkſtelligt iſt, die Schlangen ganz blind werden.

Die Schlangen beſitzen keine eigentlichen Augenlieder, ſondern die Hornhaut wird blos von einer durchſichtigen, membranöſen Hülle überzogen, mit welcher ſie gar nicht verbunden iſt. Man war allgemein, bis auf die neueſte Zeit, der Meinung, daß die Schlangen mit gar keinem Thränenapparat verſehen ſeyen. Aber erſt kürzlich iſt von Cloquet („sur les voies lacrymales des serpens.“ Mém. du Muséum, VII., 80) ein kleiner Thränenkanal entdeckt worden, welcher in dem Raum vor der inneren Hornhaut des Auges, zwiſchen der durchſichtigen Oberhaut und der vorderen Fläche der Hornhaut enthalten iſt. Dieſer Thränenkanal öffnet bei den giftigen Schlangen in die Naſenhöhle, während er bei denen, welche nicht giftig ſind, in die Mundhöhle einmündet *). Die eidechſenartigen Reptilien haben gewöhnlich ein einziges durchbohrtes Augenlied, welches, wenn es durch ſeine kreisförmige Muskel geſchloſſen iſt, blos einen horizontalen Schlitz darſtellt. Bei denſelben findet ſich auch eine kleine Falte an der inneren Seite, welche als das Rudiment eines dritten Augenlieds betrachtet werden kann. Bei dem Chamäleon ragen die Augen in einem ſehr auffallenden Grade hervor, zu welchen das Licht durch eine äußerſt kleine Oeffnung, welche in der, das äußere Augenlied bildenden Membran angebracht iſt, Zutritt erhält. Dieſes Geſchöpf beſitzt die Fähigkeit, jedes Auge für ſich, ganz unabhängig von dem andern, in allen möglichen Richtungen willkührlich zu bewegen.

Die Augen der Schildkröten nähern ſich in ihrer Structur denjenigen der Vögel; dieſelben ſind mit großen Thränendrüſen

*) Die Thränendrüſe ſelbſt, welche beſonders bei den nicht giftigen Schlangen von bedeutender Größe iſt, liegt hinter dem Augapfel.

Der Ueberſ.

versehen, so wie mit einem sehr beweglichen dritten Augenliede, welches man Nickhaut oder Membrana nictitans nennt.

Die Vögel zeigen eine noch viel höhere Entwickelung aller dieser Theile des Auges; ihre Augen besitzen eine sehr bedeutende Größe im Vergleich mit derjenigen ihres Kopfes. Dies läßt sich besonders deutlich erkennen, wenn man den großen Raum betrachtet, welche ihre Augenhöhlen auf jeder Seite ihres Schädels einnehmen. Man bemerkt leicht, daß die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten der inneren Structur ihrer Gesichtsorgane darauf berechnet sind, dieselben zum Sehen in einem sehr dünnen Medium fähig zu machen, und dieselben so einzurichten, daß sie sich den verschiedensten Entfernungen der Gegenstände anpassen können. Schon die äußere Form ihres Auges scheint dazu berechnet, diesen beiden Zwecken behülflich zu seyn, denn die starke Hervorragung des vorderen Theils desselben, welche oft die Gestalt eines kurzen Kegels oder eines Cylinders annimmt, der gleichsam an die vordere Fläche einer Halbkugel angeschichtet ist, und welcher sich mit einer sehr stark gewölbten Hornhaut endigt, gestattet Raum genug für eine größere Quantität der wässrigen Flüssigkeit, so wie für die Stellung der Krystalllinse in einer viel größeren Entfernung von der Netzhaut. Durch diese letztere Einrichtung wird das Sehen sehr naher Gegenstände beträchtlich erleichtert, während doch zu gleicher Zeit die brechenden Kräfte jener Substanzen einer großen Mannigfaltigkeit fähig sind.

Damit die hemisphärische Gestalt der Sclerotica immer unverändert erhalten werde, erhält diese Membran bei den Vögeln eine kräftige Unterstützung durch einen Cirkel von knöchernen Platten, welche an ihrer vorderen Seite angebracht sind, und ihre Lage zwischen den zwei Schichten haben, aus welchen dieselbe zusammengesetzt ist. Die Zahl dieser Knochenplatten wechselt zwischen fünfzehn bis zwanzig, auch liegen dieselben ganz enge aneinander, indem immer die eine die andere mit ihren Rändern überdeckt. Auch dieser letzteren Vorrichtung liegt eine leicht zu enträthselnde Absicht zu Grunde, es springt nämlich in die Augen, daß ein Ring, welcher aus einer gewissen Anzahl

einzelner, getrennter Platten beſteht, viel beſſer geeignet iſt, einem Zerbrechen durch mechaniſche Schädlichkeiten zu widerſtehen, als ein Ring, welcher aus einem einzigen kreisförmigen Knochenſtück von überall gleicher Dicke beſteht.

Bei den Vögeln findet ſich ferner eine dunkel gefärbte Membran, welche den Namen Kamm, Fächer (Marsupium oder pecten plicatum) führt. Dieſelbe iſt eine gefaltete, von einem ſchwarzen Pigmente überzogene Membran, welche vom Eintritt des Sehnerven an durch den Glaskörper hindurchdringt, und bis zu der Kapſel der Kryſtalllinſe ſich erſtreckt. Obſchon ſie von großer Wichtigkeit zu ſeyn ſcheint, indem ſie ſich bei faſt allen den Vögeln findet, welche ein ſehr ſcharfes Geſicht beſitzen, ſo hat man doch bis jetzt über ihren eigentlichen Nutzen nichts Gewiſſes erfahren können. Dieſer Fächer iſt auf Fig. 275 abgebildet, bei M, wo ein vergrößerter Durchſchnitt des Auges einer Gans dargeſtellt iſt. C iſt die Hornhaut, I die Regenbogenhaut, P die Ciliarfortſätze, S die Sclerotica, und O endlich der optiſche Nerve. — Die vergleichende Anatomie des Auges lehrt uns in der That eine große Anzahl von eigenthümlichen Structurverhältniſſen kennen, über deren Zweck und Nutzen wir ſo viel als Nichts wiſſen; dieſe habe ich daher abſichtlich unterlaſſen, beſonders anzuführen, indem dieſelben dem Zwecke vorliegender Abhandlung ganz fremd ſind.

Bei den meiſten Vögeln zeigt die Membrana nictitans oder das dritte Augenlied eine beträchtliche Größe, und beſteht aus einer halbdurchſichtigen Falte der Conjunctiva, welche, wenn ſie nicht gerade gebraucht wird, an dem inneren Augenwinkel liegt, ſo daß ihr freier Rand eine faſt ſenkrechte Richtung hat. Wenn ſie bewegt wird, um das Auge zu bedecken, ſo geſchieht dies in horinzontaler Richtung, ähnlich wie bei einem Vorhange; dies wird durch einen eigenthümlichen Mechanismus mittelſt zweier Muskeln bewerkſtelligt. Der erſte dieſer Muskeln führt wegen ſeiner Geſtalt den Namen Quadratmuskel; dieſer entſpringt von dem obern und hintern Theile der Sclerotica, von wo aus ſeine Faſern in paralleler Richtung mit einander gegen den Sehnerven herabſteigen, hier endigen ſie ſich in eine

hohle kanalförmige Sehnenausbreitung mit einem halbcirkelförmigen Rande. Diese Sehnenausbreitung hat keinen besondern Anheftungspunkt, sondern der Zweck ihrer Einrichtung besteht blos darin, für den Durchgang der langen Sehne des zweiten Muskels als eine Scheide zu dienen. Dieser letztere Muskel, Pyramidenmuskel genannt, entspringt an der untern und hintern Fläche der Sclerotica, seine Sehne geht durch den oben beschriebenen Canal hindurch, welcher für sie den Dienst einer Rolle verrichtet, und wird auf seinem weitern Verlaufe gegen die untere Fläche des Auges von einer kreisförmigen Scheide eingehüllt, welche die Sclerotica bildet; die Sehne inserirt sich zuletzt an dem untern Theile des freien Randes der **Membrana nictitans**. Durch die vereinigte Wirkung dieser beiden Muskeln, von denen der erste blos dazu dient, die Sehne des zweiten in der gehörigen Richtung zu leiten, und die Schnelligkeit seiner Wirkung zu erhöhen, wird die Nickhaut mit außerordentlicher Schnelligkeit über die vordere Fläche des Augapfels hergezogen. Die Rückkehr in ihre frühere Stellung wird ganz einfach durch ihre eigene Elasticität bewerkstelligt, welche hinreicht, dieselbe an den inneren Augenwinkel zurückzubringen. Würde die Nickhaut selbst mit Muskelfasern versehen worden seyn, um dadurch diese Bewegung zu bewerkstelligen, so würden dieselben bei ihrem Gebrauch den Nachtheil gebracht haben, daß sie den Durchgang der Lichtstrahlen verhindert hätten.

Die Augen der Quadrupeden stimmen in ihrer Structur im Allgemeinen mit denjenigen des Menschen überein. Beinahe in allen niedriger organisirten Abtheilungen derselben sind sie an der Seite des Kopfes angebracht; jedes Auge hat seinen eigenen, von dem des andern ganz unabhängigen Gesichtskreis, und beide Augen zusammen beherrschen einen sehr ausgebreiteten Theil der ganzen Sphäre des Sehefelds. Eben diese Einrichtung findet sich auch allgemein unter den Fischen, Reptilien und Vögeln. Freilich kommen bei den ersten dieser Classen hie und da unter eigenthümlich geformten Ordnungen derselben Ausnahmen vor, wie z. B. bei dem Uranoscopus oder Sterngucker, bei welchem die Augen unmittelbar nach oben gerichtet sind, oder bei

dem Rochen und dem Callionymus (Spinnenfisch), wo ihre Richtung schief ist. Bei dem Pleuronectes oder Schollen bemerkt man einen auffallenden Mangel an Symmetrie zwischen der rechten und linken Seite des Körpers, indem beide Augen, so wie auch der Mund, ganz deutlich blos auf einer Seite angebracht sind.

Unter der Classe der Vögel giebt es blos eine einzige Ordnung, die Eulen, welche nächtliche Raubthiere sind, wo wir beide Augen auf der vorderen Seite des Kopfes angebracht finden. Bei den niedriger organisirten Quadrupeden haben die Augen ihre Lagen auf den Seiten des Kopfes, so daß die Sehaxen, welche man sich durch jedes Auge gezogen denken kann, unter einem sehr stumpfen Winkel aufeinandertreffen. Wie wir aber in der Reihe der Säugethiere den Quadrumanen oder Affen uns nähern, finden wir, daß jener Winkel immer kleiner wird, bis zuletzt die gegenseitige Annäherung der beiden Sehfelder einen solchen Grad erreicht, daß beide in derselben Zeit auf den nämlichen Gegenstand gerichtet werden können. Bei den menschlichen Species nähern sich die Axen der beiden Augenhöhlen dem völligen Parallelseyn viel mehr, als bei irgend einem der übrigen Säugethiere, und die beiden Sehfelder ihrer Augen fallen bis auf Weniges in ihrer ganzen Ausdehnung in Eines zusammen. Höchst wahrscheinlich ist dies aber ein Umstand von hoher Wichtigkeit, was die Erlangung ganz genauer Perceptionen vermittelst dieses Sinns betrifft.

In der Größe des Sehorgans, verglichen mit derjenigen des ganzen Körpers, können wir gelegentlich einigen Zusammenhang mit dem Charakter des Thieres und der Beschaffenheit des Gegenstandes seiner Verfolgungen erkennen. Pflanzenfressende Thiere, besonders wenn sie zugleich eine große Körpermasse besitzen, wie z. B. der Elephant, das Rhinoceros und das Flußpferd haben verhältnißmäßig kleine Augen, denn das Auge des Elephanten z. B. hat nicht über zwei Zoll im Durchmesser. Das Auge des Walfisches, welches absolut freilich das größte ist, welches man kennt, hat einen Durchmesser, welcher nicht viel mehr als den 200sten Theil der ganzen Länge

seines Körpers beträgt. Bei den blos fleischfressenden Ordnungen, welche sich lebhaft mit der Jagd ihrer lebenden Beute abgeben müssen, finden wir das Sehorgan groß, und es nimmt einen beträchtlichen Theil des Kopfes ein. Die Augenhöhle ist sehr entwickelt, und zwar geschieht dies auf Kosten der Gesichtsknochen, während zu gleicher Zeit die knöcherne Scheidewand, welche (beim Menschen) den Augapfel von dem Schläfenmuskel trennt, blos durch ein Ligament ersetzt worden ist. Daher kommt es, daß wenn dieser Muskel in angestrengter Thätigkeit begriffen ist, der Augapfel nach außen gepreßt wird, was der Physiognomie dieser Thiere einen eigenthümlichen Ausdruck von Wildheit giebt.

Während auf solche Art die Natur diesen Thieren eine große Schärfe des Gesichtssinns verliehen hat, um ihre Beute besser verfolgen zu können, ist sie auf der andern Seite nicht weniger besorgt gewesen, die Geschöpfe, welche der Gegenstand dieser Verfolgungen sind, mit der gehörigen Kraft zu sehen auszustatten, indem sie denselben die Fähigkeit als eine Art Schutzwaffe gab, ihre Feinde schon von weitem zu erblicken, und somit der drohenden Gefahr zu entgehen. So wurden daher die Nagethiere und die Wiederkäuer mit großen Augen versehen. Diejenigen Thiere, welche bei Nacht auf Beute ausziehen, oder im Zwielicht des Abends, wohin z. B. der Lemur (Maki, Fuchsaffe) und die Katzen gehören, besitzen sehr große Augen. Die Fledermäuse jedoch machen von dieser Regel eine Ausnahme, indem ihre Augen verhältnißmäßig klein sind; übrigens haben sie dafür eine Entschädigung erhalten durch die hohe Entwickelung ihrer übrigen Sinne. Bei vielen vierfüßigen Säugethieren zeigt ein Theil der Chorioidea einen eigenthümlichen, starken Glanz, und wirft eine große Menge farbigen Lichts zurück; der Zweck dieser Einrichtung, welche man die Tapete oder Tapetum nennt, ist nicht recht einleuchtend.

Unter den kleinern Quadrupeden, welche in der Erde wühlen, finden wir viele, deren Augen außerordentlich klein sind, und zwar in einem solchen Grade, daß sie in der That kaum als Gesichtsorgane functioniren können. Das Auge der Spitz-

maus oder Sorex ist sehr klein, und von dicken Haaren umgeben, welche das Sehen gänzlich verhindern; sie müssen erst durch die Thätigkeit der Hautmuskeln vorher entfernt werden, um dem Thiere die Möglichkeit zu verschaffen, einigen Vortheil aus seinen Augen zu ziehen. Diese Organe sind beim Maulwurfe in einem noch viel auffallenderen Grade in ihrer Entwickelung zurückgeblieben, indem sie nicht größer sind, als der Kopf einer Stecknadel, und deshalb nicht ganz leicht entdeckt werden können*). Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß der Maulwurf hauptsächlich auf seinen Gehörsinn beschränkt ist, welcher übrigens einen hohen Grad von Schärfe besitzt, um dem Thiere eine drohende Gefahr anzeigen zu können. Dies ist um so eher möglich, als in seinen unterirdischen Schlupfwinkel die Vibrationen der festen Erdmasse sehr leicht seinem Gehörorgane mitgetheilt werden. Die Mus typhlus des Linné oder Blindmaus (Spulax typhlus oder die Zemni nach Pallas), welche den westlichen Theil Asiens, auch das südöstliche Europa bewohnt, besitzt, wie man allen Grund hat zu glauben, nicht einmal den geringen Grad von Sehvermögen, welcher dem Maulwurf zukömmt, denn man konnte an keinem Theil dieses Geschöpfes ein äußeres zum Sehen dienliches Organ auffinden. Beide Seiten des Kopfes sind wie die übrigen Theile von einer zusammenhängenden Hautdecke überzogen, welche überall einen gleichen Grad von Dicke besitzt, und gleichförmig mit einem dicken Ueberzug sammetartiger Haare versehen ist. Erst wenn man dieses Fell abgezogen hat, entdeckt man auf jeder Seite des Kopfes einen schwarzen Flecken von außerordentlicher Kleinheit, welches augenscheinlich ein nur höchst unvollkommenes Rudiment eines Auges vorstellen soll, ohne jedoch, so weit wir es beurtheilen können, irgend eine auf das Sehen bezügliche Function verrichten zu können.

*) Magendie versichert, daß der Maulwurf gar keine Sehnerven besitze, aber Geoffroy St. Hilaire und Carus nehmen die Gegenwart eines sehr dünnen Nervenfädchens an, welches aus dem Gehirne entspringt, um sich in dem Auge dieses Thieres auszubreiten.

Säugethiere, welche sich im Wasser aufhalten, und deren Augen somit sehr häufig von einem dichteren Medium umgeben werden, hatten eine besondere Vorrichtung nöthig, um die brechende Kraft dieses Organs nach dieser Verschiedenheit der äußeren Umstände einrichten zu können. Dieses Zweckes willen wurde die Structur des Auges bei den Seehunden und andern amphibisch lebenden Säugethieren ähnlich eingerichtet, wie bei den Fischen. Die Krystalllinse ist nämlich viel dichter, härter als gewöhnlich, und stärker gewölbt, während die Hornhaut weich und nachgiebig ist, und sowohl das vordere als das hintere Segment der Sclerotica einen bedeutenden Grad von Dicke und Festigkeit besitzen. Aber der in der Mitte gelegene Kreis ist sehr dünn und beweglich, um die schnelle Entfernung oder Annäherung der andern inwendigen Theile des Auges möglich zu machen, wodurch die Axe desselben verlängert oder verkürzt werden kann. Es ist wie bei einem Telescope, welches man auch herausziehen oder zurückschieben und verkürzen muß, um es der Entfernung der Gegenstände anzupassen, welche man sehen will. Der ganze Augapfel wird von starken Muskeln umgeben, welche im Stande sind, diese so nothwendigen Abänderungen des Zwischenraums zwischen der Retina und Hornhaut zu bewerkstelligen.

Der Delphin, welcher sich beständig im Wasser aufhält, hat ein Auge, welches sich in seiner Bildung dem der Fische noch viel mehr nähert. Die Krystalllinse ist fast ganz kugelförmig, und der Augapfel mit starken und zahlreichen Muskeln versehen. Ebenso besitzen Vögel, welche ihren Kopf sehr häufig unter die Oberfläche des Wassers tauchen, eine Krystalllinse, welche viel stärker gewölbt ist, als bei den andern Ordnungen dieser Thierclasse. Ganz dasselbe gilt auch bei den im Wasser lebenden Reptilien.

VII. Capitel.

Wahrnehmungsvermögen.

Bei der Bildung der eigenthümlichen Organe, welche wir bisher betrachtet haben, hatte die Natur die Absicht, eigenthümlich modificirte Eindrücke auf die Enden gewisser Nervenfäden, welche sie aufzunehmen bestimmt sind, bewerkstelligen zu können. Diese Eindrücke bilden aber nur den Anfang der ganzen Reihe von Veränderungen, welche im thierischen Körper vor sich gehen, um zuletzt die Empfindungen hervorzubringen; dieselben müssen noch längs des Verlaufs der Nerven zu dem Gehirn oder dem Centralorgan des Nervensystems fortgeleitet werden *); und hier endlich muß wieder irgend eine physische Veränderung eintreten, ehe als letztes Resultat ein Eindruck auf die Seele selbst hervorgebracht werden kann. Der besondre Theil des Gehirns, wo diese letzte physische Veränderung, welche dem Eindruck auf die Seele selbst unmittelbar vorhergeht; erfolgt, wird das Sensorium genannt. Wir haben eine reichliche Menge von Beweisen, daß alle die hier aufgeführten physischen Veränderungen in der Wirklichkeit vorkommen, so wie, daß dieselben in der hier angegebenen Ordnung auf einander folgen. Man hat nämlich gefunden, daß sie

*) Man ist gewöhnt, dasjenige Ende des Nerven, welches dem Sensorium am nächsten ist, als den Ursprung des Nerven anzusehen, während es doch geeigneter wäre, dasselbe als sein Ende zu betrachten, und zwar deswegen, weil die Reihe von Veränderungen, welche zuletzt mit Hervorbringung einer Sensation endet, in dem Sinnorgane ihren Anfang nimmt, und von da erst längs dem Laufe des Nerven zu dem Gehirn und Sensorium fortgepflanzt wird.

unter allen Umständen von der normalen Beschaffenheit nicht allein der Nerven, sondern auch des Gehirnes abhängig sind. So hindert, um ein Beispiel anzuführen, die Zerstörung oder selbst die bloße Compression des Nerven an irgend einer Stelle seines Verlaufs zwischen dem äußeren Organ und dem Sensorium, die Entstehung einer Empfindung ganz und gar, und dasselbe Resultat ist die Folge, wenn man auf das Sensorium selbst auch nur den leisesten Druck ausübt.

Wenn gleich die materielle oder physische Veränderung, welche in dem Sensorium selbst eintritt, und der Eindruck auf die Seele, welche wir Empfindung nennen, vermittelst irgend eines unerforschlichen Bandes im engsten Zusammenhang unter einander stehen, so sind doch beide ihrer Natur nach eben so vollständig von einander verschieden, als die Subjecte, in welchen sie vor sich gehen, das heißt, sie sind eben so verschieden, als die Seele von der Materie verschieden ist. Wir dürfen sie demzufolge nicht so betrachten, wie wenn sie auch nur die kleinste Aehnlichkeit mit einander hätten. Uebrigens theilen die sinnlichen Wahrnehmungen der Seele unausgesetzt Begriffe mit, nicht allein von der Existenz eines äußeren Organs, insofern sie selbst ihm ihren Ursprung verdanken, sondern auch von den mannigfaltigen Quantitäten und Merkmalen, welche diesen Agentien angehören. Die Benennung „Perception oder Wahrnehmung" drückt nun den Glauben, oder, besser gesagt, die unwiderstehliche Ueberzeugung aus, daß jene äußeren Agentien, welche die materielle Welt zusammensetzen, auch in Wirklichkeit existiren.

Fragen mancherlei Art bieten sich hier von selbst dar, welche sich auf den Ursprung, die Bildung und die Gesetze unserer Wahrnehmungen beziehen. Dieses unendliche Feld für interessante aber schwierige Forschungen, welches auf den Grenzen der zwei großen Reiche des menschlichen Wissens (wovon sich das Eine auf die Phänomene der Materie, das andere aber auf diejenigen der Seele bezieht) liegt, macht zu seiner ersprießlichen Bebauung die vereinigten Anstrengungen sowohl des Physiologen, als des Metaphysikers nöthig. Denn wenn gleich unsere Empfindungen

rein geistiger Natur sind, so werden sie doch, in so fern sie von physischen Momenten unmittelbar abhängen, nach den physischen Gesetzen des lebendigen Organismus regulirt; während auf der andern Seite die Wahrnehmungen, welche aus diesen Sensationen entspringen, da sie die Resultate von geistigen Processen sind, in größerer Abhängigkeit von den Gesetzen stehen, welche die geistigen, als von denen, welche die physischen Phänomene reguliren. Aus einer unzählbaren Menge von Thatsachen geht als gewiß hervor, daß bei unserer Art zu seyn, wie sie einmal gegenwärtig ist, die Operationen der Seele blos vermittelst der naturgemäßen Thätigkeit unserer körperlichen Organe gehörig vor sich gehen können, so wie, daß diese geistigen Operationen in Unordnung gerathen, oder sogar gänzlich aufhören, sobald das Gehirn nicht mehr in seinem normalen Zustande sich befindet.

Wie das Auge und das Ohr die Werkzeuge sind, vermittelst deren allein wir sehen und hören können, ebenso ist das Gehirn das materielle Werkzeug, vermittelst dessen wir Begriffe auffassen und unter sich verbinden, und durch das wir uns erinnern, denken, erfinden. Plötzlich ausgeübter Druck auf dieses Organ, wie bei einen Anfall des Schlagflusses, setzt schnell allen diesen Operationen der Seele ganz und gar ein Ende. Wenn die Compression von der Art war, daß sie Heilung möglich macht, und wenn das Gewebe des Gehirnes nicht dadurch verletzt worden ist, so mag sich auch die Seele wieder erholen; dann erwacht unmittelbar nach der Rückkehr des Bewußtseyns die Person wie aus einem Traum, ohne etwas von der Zeit zu wissen, welche seit dem Augenblicke des Anfalles verflossen ist. Jede äußere Ursache, welche den normalen Zustand des Gehirns stört, wie z. B. der Weingeist, das Opium und andere narcotische Substanzen, oder welche ganz besonders den Kreislauf in diesem Organe in Unordnung bringt, wie z. B. diejenigen, welche ein Fieber, eine Entzündung mit sich führen, bringt auch eine entsprechende Störung in den Kräften des Geistes hervor. Die Gesetze der Ideenassociation werden dann verändert, eine Verwirrung wird in die Perceptionen gebracht,

eine Unregelmäßigkeit in die Aufeinanderfolge der Gedanken, oder eine Unfähigkeit zu überlegen, und es entstehen die unendliche mannigfaltigen Formen von Geistesstörungen, Delirium und Wahnsinn.

Selbst die stärksten Geister sind solchen Unbeständigkeiten ausgesetzt, welche aus unbedeutenden Ursachen entspringen, und die allgemeine Stimmung des Nervensystems afficiren können. Eitel war in der That jene Prahlerei der alten Stoiker, daß der Geist des Menschen unabhängig sey von dem Körper, und nicht unterworfen den äußerlichen Einflüssen. Kein sterblicher Mensch, wie groß auch die Stärke seines Geistes oder die Energie seines Willens seyn mögen, ist im Stande, dem Einflusse der Eindrücke auf seine äußeren Sinne Widerstand zu leisten; denn so wie sie häufig genug wiederkehren, oder die rechte Intensität erreichen, werden sie immer Macht genug erhalten, wo nicht seine ganze Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, so doch wenigstens den gehörigen Fluß seiner Gedanken zu unterbrechen, und dieselbe in andere Canäle abzuleiten. Auch ist zur Erreichung dieser Wirkung gar nicht nöthig, daß Kanonen in seine Ohren donnern; blos das leichte Klirren eines Fensters, oder das Knarren einer Thürangel, werden oft vollkommen hinreichen, seine philosophischen Betrachtungen zu stören, und die ganze Kette seiner Ideen in nichts aufzulösen. „Verwundere dich nicht," sagt Pascal, „daß dieser tief denkende Staatsmann gerade im Augenblick außer Stand ist, etwas Geschеidtes zu denken; denn siehe ein Mückchen schwirrt um sein Haupt. Wenn du die Absicht hast, demselben die Kraft wiederzugeben, wieder richtig zu denken, und das Wahre vom Falschen zu unterscheiden, so mußt du zu allererst das Insect fortjagen, welches diesen erhabenen Verstand, diese gigantische Intelligenz, welche Reiche beherrscht, und über das Schicksal von Tausenden entscheidet, in Botmäßigkeit gehalten hatte."

Wenn wir auch nothwendig annehmen müssen, nach den unzweifelhaften Beweisen, welche die Erfahrung uns an die Hand gegeben hat, daß die geistigen Processe beim Denken von gewissen physischen Veränderungen in dem Gehirne begleitet wer-

den, ſo ſind wir doch in der tiefſten Unwiſſenheit über die eigentliche Natur dieſer Vorgänge, und alles, was wir über dieſen Gegenſtand wiſſen, beſchränkt ſich auf die Veränderungen, welche unſerm eigenen Bewußtſeyn gemäß in der Seele vor ſich gehen. Dieſe geiſtigen Veränderungen ſind es demnach, auf welche wir jetzt unſere Aufmerkſamkeit richten müſſen.

Wenn die Seele mehrere Eindrücke oder Senſationen mitgetheilt erhält, wie auch immer die Art ihres Zuſammenhangs oder die Ordnung ihrer Aufeinanderfolge ſeyn mögen, ſo iſt ſie gänzlich paſſiv; auf der andern Seite iſt unſere Seele bei allen Gelegenheiten, wo wir Senſationen von verſchiedener Art (wie z. B. die von jedem einzelnen Sinn herrührenden ſind) in eine einzige Idee combiniren, activ; ebenſo, wenn wir Senſationen oder Ideen unter einander vergleichen, oder wenn wir eine zuſammengeſetzte Idee in ihre einzelnen Beſtandtheile zerlegen, und dieſe ihre Elemente in einer Ordnung oder auf eine Weiſe vereinigen, welche von derjenigen, in welcher ſie ſich urſprünglich uns darboten, verſchieden iſt. Viele dieſer activen Operationen der Seele ſind in dem Proceſſe der Wahrnehmung mit enthalten; denn obgleich man vermuthen könnte, daß die Verſchiedenheit in der Natur unſerer Senſation uns hinlänglich eine entſprechende Mannigfaltigkeit in den Eigenſchaften der materiellen Agentien, welche ihre Eindrücke auf unſern Sinn ausüben, anzeigen müſſe, ſo ſind doch eben dieſe Eigenſchaften, ja ſogar die Exiſtenz dieſer Objecte ſelbſt bloße Schlüſſe, welche wir vermöge der Kraft unſeres Verſtandes erſt gefolgert haben, und keineswegs die unmittelbaren Wirkungen dieſer Eindrücke ſelbſt auf die Seele. Wir ſagen, um ein Beiſpiel anzuführen, daß wir dieſen oder jenen entfernten Gegenſtand ſehen, allein derjenige Gegenſtand, welchen wir unmittelbar wahrnehmen, kann nichts anderes ſeyn, als das Licht, welches dieſen eigenthümlichen Eindruck auf unſere Netzhaut hervorgebracht hat; erſt aus dieſem folgern wir durch einen geiſtigen Proceß, daß ein gewiſſer Körper da ſeyn müſſe, welcher dieſe beſtimmte Lage und dieſe beſtimmte Größe beſitze. Wenn wir einen von der Ferne herkommenden Schall hören, ſo iſt der unmittelbare Gegenſtand

unſerer Wahrnehmung keineswegs der tönende Körper, von welchem jener Schall herrührt, auch nicht die aufeinanderfolgenden Lufterzitterungen das Medium, welches jene Wirkung auf unſere Ohren überträgt, ſondern es iſt vielmehr der eigenthümliche Eindruck, hervorgebracht durch die in Schwingung gerathenden Partikelchen des Fluidums, welche in unmittelbare Berührung mit dem Gehörnerven treten. Es hat keine Schwierigkeit, den Beweis zu führen, daß die Gegenſtände unſerer Perception reine Schöpfungen der Seele ſind, welche zwar, wahrſcheinlich in Folge eines Inſtincts, in den ſie begleitenden Empfindungen ihre erſte Quelle haben, aber ohne eine wirkliche Aehnlichkeit oder Uebereinſtimmung weder mit den Eindrücken ſelbſt, noch mit den Agentien, welche ſie hervorbringen, zu beſitzen. Denn die Beiſpiele ſind äußerſt zahlreich, wo unſere wirklichen Perceptionen himmelweit von der Wahrheit entfernt ſind, und kein äußerliches Vorbild oder Prototyp in der Natur beſitzen. Wenn gar keine Helle um uns iſt, ſo erregt jeder mechaniſche Druck, welcher plötzlich auf das Auge ausgeübt wird, durch ſeine Einwirkung auf die Netzhaut die Senſation eines ſehr ſchnellen Lichts. Daß dieſe Empfindungen in der Seele ihren Sitz haben, wiſſen wir gewiß, weil wir das Bewußtſeyn ihrer Exiſtenz in uns fühlen; darüber kann hier keine Täuſchung ſtattfinden. In ſo fern aber die Perception von Licht, als eine Urſache jener Senſation, unzertrennlich mit einer ſolchen Senſation verknüpft iſt, und ganz und gar von ihr abhängt, und in allen Beziehungen, ſowohl hinſichtlich ihrer Dauer als ihrer Intenſität, mit den nämlichen Umſtänden in der Senſation übereinſtimmt, ſo können wir nicht umhin, ſowohl die Perception, als auch die Senſation von Licht zu haben; und doch iſt ganz gewiß, daß kein Licht einen Eindruck ausgeübt hat. Der Irrthum bezieht ſich demnach auf die Perception, und ſeine Quelle iſt von dem geiſtigen Proceß abzuleiten, vermittelſt deſſen aus einer Senſation die Perception hervorgeht.

Viele andere Beiſpiele von Täuſchungen der Perception könnte man noch anführen, welche aus Eindrücken, die auf auffergewöhnliche Weiſe auf die Sinnennerven ſtattgefunden haben, ihren

Ursprung nehmen. Eines der merkwürdigsten ist die Erscheinung eines Lichtblitzes, welche bei dem Durchströmen des galvanischen Fluidums durch die Gesichtsnerven entsteht. Wenn man ein Stück Silber oder Gold so hoch als möglich zwischen die Oberlippe und den Gaumen bringt, während zu derselben Zeit eine Platte Zink auf die Zunge gelegt oder an der innern Seite der Wangen angebracht wird, und wenn man ferner zwischen beiden eine Communication herstellt, entweder dadurch, daß man sie in unmittelbare Berührung mit einander bringt, oder vermittelst eines Drahtes, welcher beide Metalle zur selben Zeit berührt, so sieht die Person, welche sich diesem Experimente unterwirft, in dem Augenblicke der Berührung einen Lichtblitz. Dieses Phänomen ist die Wirkung eines Eindrucks, welcher entweder auf die Netzhaut, oder den Sehnerven ausgeübt wurde und gleicht jenem, welches durch eine mechanische Ursache entsteht, wie zum Beispiel durch einen Schlag, welcher gegen denselben Theil des Nervensystems geführt worden ist; beide Phänomene aber kommen darin überein, daß sie von dem wirklichen Vorhandenseyn des Lichtes gänzlich unabhängig sind.

Eine ähnliche Täuschung treffen wir bei der Perception des Geschmacks an; dieselbe zeigt sich bei dem allgemein bekannten Versuche, wenn man ein Stück Zink und ein anderes von Silber, das eine auf die obere, das andere auf die untere Oberfläche der Lippe applicirt; in demselben Augenblicke, wo zwischen diesen beiden Metallen eine Communication hergestellt wird, empfindet man einen stechenden und unangenehmen metallischen Geschmack. Dieß kommt daher, daß die Nerven der Zunge, welche durch das so erzeugte galvanische Fluidum in Thätigkeit gesetzt worden, die nämliche Sensation mittheilen, wie diejenige ist, welche durch die wirkliche Application einer schmeckenden Substanz auf jenes Organ veranlaßt worden wäre. Es scheint aus diesem allem deutlich zu werden, daß Ursachen, welche ihrer innersten Natur nach sehr verschieden von einander sind, durch ihre Einwirkung auf die nämlichen Nerven ganz dieselbe Sensation hervorbringen können, und man kann ferner den Schluß daraus ziehen, daß unsere Sensationen unmöglich in einem so abhängigen Verhält-

nisse stehen können, daß sie immer ganz genau mit den wirklichen Eigenschaften der äußern Agentien, welche sie hervorrufen, übereinstimmen müßten.

Eben dieses mag auch dadurch noch deutlicher bewiesen werden, wenn man die enge Beschränkung der Grenzen bedenkt, innerhalb deren alle unsere Sinne eingeschlossen sind. Es wird eine gewisse Intensität in dem Agens nothwendig vorausgesetzt, mag es nun Licht, oder Schall, oder eine chemische Substanz seyn, welche mit den Sinnen des Geruchs oder des Geschmacks in Berührung kommt, um auch nur den allerniedrigsten Grad von Sensation hervorzubringen. Wenn aber auf der andern Seite ihre Intensität einen gewissen Grad übersteigt, so geht eine Veränderung in der Natur der Sensation vor sich, und diese letztere verwandelt sich in Schmerz. Unter den Sensationen, welche man gewöhnlich zu dem Tastsinne zählt, giebt es viele, welche keine Perception der sie erzeugenden Ursachen hervorrufen. So erzeugt zum Beispiel ein Eindruck, welcher schwächer ist, als derjenige, welcher in uns das Gefühl von Widerstand hervorruft, die Empfindung von Jucken oder Kizel, welche doch in ihrer Natur von jener gänzlich verschieden ist. Die Sensation von Kälte ist ebenso positiv, als die von Wärme und unterscheidet sich von letzterer nicht blos dem Grade nach, sondern auch in ihrer Natur; und nichts destoweniger ist es eine ausgemachte Sache, daß die äußere Ursache von jeder dieser Sensationen blos ihrem Grade nach verschieden ist.

Die einzige sichere Kenntniß, welche wir uns hinsichtlich der Materie zu verschaffen im Stande sind, beschränkt sich darauf, daß dieselbe gewisse Anziehungs- und Abstoßungskräfte wesentlich besitzt, daß sie einen gewissen Theil des Raumes einnimmt und fähig ist, ihre Stellung im Raume zu verändern, sowie, daß ihre einzelnen Theile demgemäß verschiedene relative Stellungen und Formen annehmen können. Hinsichtlich der Seele aber ist unsere Kenntniß ausgedehnter und auch genauer; denn wir sind uns ihrer Existenz sicher bewußt, sowie auch vieler ihrer Operationen, welche unter dem allgemeinen Ausdruck „Denken" begriffen werden. Wenn man behauptet, daß das Denken

eine Eigenschaft der Materie seyn könne, so heißt dies den Begriff des Ausdruckes Materie auf Etwas ausdehnen, von welchem wir nicht begreifen können, daß es in irgend einem Zusammenhange damit stehen sollte. Alles, was wir von der Materie wissen, hat Bezug auf den Raum; dagegen hat Nichts von allem demjenigen, was wir von den Eigenschaften und Affectionen der Seele wissen, irgend eine Beziehung auf den Raum.

Eine ähnliche Absurdität liegt in der Behauptung, daß das Denken eine Function des Gehirns sey. Nicht das Gehirn ist es, welches denkt, eben so wenig als das Auge sieht; obschon jedes dieser materiellen Organe durchaus nothwendig ist, wenn jene jedem zukommende Wirkungen stattfinden sollen. Dasjenige, welches sieht, und welches denkt, ist ausschließlich allein die Seele, obschon es blos vermöge der Thätigkeit ihrer körperlichen Organe möglich gemacht wird, daß jene Veränderungen in der Seele vor sich gehen. Wenn wir diesen wesentlichen Fundamentalunterschied festhalten, der zwar bei genauer und ausdrücklicher Hervorhebung leicht in die Augen fällt, aber doch im gewöhnlichen Gespräche aus dem Gesicht verloren wird, so wird er uns einen Schlüssel zu der Lösung vieler Fragen abgeben, welche sich auf die Perception beziehen, und welche man sonst für sehr schwierig und verwirrend gehalten hatte.

Die Sensationen, welche von den verschiedenen Sinnen herrühren, haben keine Aehnlichkeit unter einander, und sie besitzen auch in der That keine ihnen gemeinschaftlich zukommende Eigenschaft, ausgenommen die, daß sie von einem und eben demselben percipirenden Wesen empfunden werden. Eine Farbe hat auch keine Spur von Aehnlichkeit mit einem Schalle, eben so wenig als sie beide einige Aehnlichkeit mit einem Geruche, oder einem Geschmacke, oder mit den Sensationen der Wärme und Kälte besitzen. Aber die Seele, welche diese unter sich ganz verschiedenen Elemente in sich aufnimmt, hat die Macht, sie miteinander in einen Zusammenhang zu bringen, sie untereinander zu vergleichen, sie in bestimmte Combinatio-

nen zu vereinigen, und dieſelben in Ideen oder Begriffe von äußeren Gegenſtänden umzuwandeln. Alles dasjenige, was die Natur darbietet, iſt eine unendliche Maſſe von Partikelchen, welche in den verſchiedenen Theilen des Raums herum zerſtreut ſind; aber die Seele bildet nun aus dieſen heraus beſtimmte individuelle Gruppen, welchen ſie das Siegel einer Einheit, welche blos ihre eigene Schöpfung iſt, aufdrückt.

Alles was wir von den materiellen Körpern wiſſen, begreift auch ihr Verhältniß zu dem Raume mit in ſich, und wir leiten dieſen Fundamentalbegriff von den eigenthümlichen Senſationen ab, welche die Thätigkeit unſerer Muskeln begleiten. Dieſe gibt uns zuerſt einen Begriff von unſerem eigenen Körper, von ſeinen verſchiedenen Theilen, von ihrer Geſtalt und ihren Bewegungen, und alsdann zunächſt belehrt uns dieſelbe über die Lage, die Entfernung, Größe und Geſtalt der uns nahe liegenden Gegenſtände. In Verbindung mit dieſen Begriffen ſtehen die mehr unmittelbaren Perceptionen des Taſtſinns, welche aus der Berührung mit der Haut, und ganz beſonders mit den Fingern hervorgehen. Alle dieſe Perceptionen mit ihren mannigfaltigen Modificationen machen uns mit jenen mechaniſchen Eigenſchaften der Körper bekannt, welche von vielen für primäre und weſentliche Qualitäten erklärt worden ſind. Die Perceptionen, welche aus den anderen Sinnen hervorgehen, können blos zu den früheren noch die Begriffe von beſonderen oder ſecundären Qualitäten hinzufügen, wohin die Temperatur, die eigenthümlichen Erſcheinungen, welche Geſchmack und Geruch hervorbringen, ferner der Schall, welcher von gewiſſen Körpern fortgeleitet wird, und endlich noch alle ihre ſichtbaren Merkmale zu rechnen ſind.

Das Gemälde, welches auf der Netzhaut durch die brechende Kraft der Flüſſigkeiten des Auges abgebildet wird, iſt die Quelle aller der Perceptionen, welche ſich auf den Geſichtsſinn beziehen; aber die ſichtbaren Erſcheinungen, welche dieſe Gemälde unmittelbar hervorbringen, würden an und für ſich genommen nicht im Stande geweſen ſeyn, uns von der Lage, der Entfernung, oder der Größe eines Gegenſtandes, welchen ſie vorſtellen,

Kenntniß zu verschaffen. Es ist blos als eine Wirkung der langen Erfahrung, welche wir uns durch die Ausübung der übrigen Sinne verschaffen, zu betrachten, wenn wir das Verhältniß, in welchen jene uns sichtbare Erscheinungen mit den wirklichen Gegenständen selbst stehen, richtig schätzen lernen. Im Verlaufe der Zeit werden die erstern die Zeichen und Symbole der letzteren, während sie abstract für sich allein genommen und ohne solche Beziehung keinen Sinn haben. Die Kenntniß dieser Beziehung verschaffen wir uns durch einen Proceß, welcher demjenigen ganz ähnlich ist, vermittelst dessen wir eine unbekannte Sprache lernen.

Wenn wir einen gewissen Ton in beständiger Verbindung mit einem gewissen Begriffe vernehmen, so werden diese beide in unserer Seele unzertrennlich mit einander in Verbindung gebracht; so, daß wenn wir das Wort hören, auch der entsprechende Begriff sich unmittelbar uns darstellt. Ganz auf dieselbe Weise ist die sichtbare Erscheinung eines Gegenstandes gleichsam das Zeichen, welches uns augenblicklich die Begriffe von der Gegenwart, der Entfernung, Lage, Gestalt und den Dimensionen des Gegenstandes beibringt, welcher zu jener die Veranlassung gegeben hatte. Diese Association ist, wenigstens bei dem Menschen, nicht ursprünglich, sondern durch Erfahrung erworben. Die Objecte des Gefühls und des Gesichtes setzen, wie Bischoff Berkeley sehr treffend bemerkt hat, zwei Welten zusammen, welche zwar sehr wichtige Beziehungen und Verbindungen unter einander haben, aber doch einander nicht im Mindesten ähnlich sind. Die greif- und tastbare Welt begreift drei Dimensionen in sich, die Länge nämlich, und die Breite und die Dicke; die sichtbare Welt blos zwei, die Länge und die Breite. Die Objecte des Gesichts bilden eine Art von Sprache, welche die Natur mit unsern Augen spricht, und durch welche sie uns Nachrichten mittheilt, welche für unsere Wohlfahrt von höchster Wichtigkeit sind. Wie in jeder Sprache die Worte oder Töne keine innere Aehnlichkeit mit den Dingen haben, welche sie bezeichnen, so haben auch in dieser eigenthümlichen Sprache des Auges die eigentlich sichtbaren Gegenstände selbst nicht die mindeste Aehn-

lichkeit mit den greif- oder taſtbaren Gegenſtänden, welche ſie darſtellen ſollen.

Die Theorie des Biſchoffs Berkeley erhielt eine vollſtändige Beſtätigung durch die näheren Umſtände, welche den allgemein bekannten, von Cheſelden beſchriebenen, Fall begleiteten. Derſelbe betrifft einen Knaben, welcher von Geburt an blind geweſen war, in einem Alter von zwölf Jahren aber durch die Entfernung des grauen Staars mit einem Male die Fähigkeit zu Sehen erhielt. Er bildete ſich im Anfange ein, als ob alle Gegenſtände, welche er ſah, ſeine Augen berührten, wie etwa Dasjenige, was er fühlte, ſeine Haut berührte; und er war auf dieſe Art ganz unfähig, nicht blos die Entfernungen mittelſt des Geſichtes allein zu ſchätzen, ſondern auch einen Gegenſtand von einem anderen zu unterſcheiden, bis er zuvor den Eindruck des Geſichtes mit demjenigen verglichen hatte, welchen er durch das Taſten erlangte.

Dieſe Theorie gewährt uns auch eine vollkommen genügende Auflöſung der Frage, von welcher man oft vermuthete, daß ſie große Schwierigkeiten enthalte: wie es komme, daß wir die Gegenſtände in ihrer wahren, aufrechten Stellung ſehen, während ihre auf der Netzhaut dargeſtellten Bilder, vermittelſt deren wir ſie allein ſehen, eine umgekehrte Stellung haben. Wenn man erwartet, daß der von einem umgekehrten Bilde auf der Netzhaut herrührende Eindruck die Perception einer ähnlichen Stellung des geſehenen Gegenſtandes hervorbringen müſſe, ſo heißt dieß den Irrthum begehen, daß man jene Bilder auf der Netzhaut fälſchlich für die wirklichen Objecte der Perception hält, während ſie blos die Mittel ſind, durch welche wahre Perceptionen hervorgebracht werden. Nicht das Auge iſt es, welches ſieht; ſondern es iſt die Seele. Die Aehnlichkeit, welche der optiſche Apparat des Auges mit einer Camera obscura allerdings hat, hat vielleicht ihren Theil zu den großen Verwirrungen über dieſen Gegenſtand beigetragen. Wenn wir nämlich jenes Werkzeug, die Camera obscura, anwenden, ſo betrachten wir wirklich das Bild, welches auf das Papier geworfen und von da auf unſere

Augen reflectirt wird. Allein bei unſerem eigenen Sehen findet durchaus nichts der Art ſtatt. Weit entfernt, daß bei dem Sehen das Bild auf der Netzhaut nur von der Seele gleichſam betrachtet wird, ſind wir uns vielmehr gar nicht bewußt, daß ſolch ein Bild überhaupt exiſtirt, und noch viel weniger können wir von der Stellung dieſes Bildes in ihrer Beziehung zu dem Gegenſtande ſelbſt irgend eine Empfindung haben.

Alles was wir hinſichtlich der Lagerungsverhältniſſe der ſichtbaren Erſcheinung, welche ein Gegenſtand hervorbringt, unterſcheiden können, beſteht darin, daß dieſe Erſcheinung einen gewiſſen Raum in unſerem Geſichtsfelde einnimmt; und erſt durch die Erfahrung mittelſt unſerer übrigen Sinne werden wir belehrt, daß jene Erſcheinung ein Zeichen von der Exiſtenz des äußeren Gegenſtandes in einer beſonderen Richtung deſſelben in Beziehung auf unſeren eigenen Körper iſt. Nicht eher, als bis lange zuvor dieſe Gedankenaſſociation vor ſich gegangen iſt, lernen wir durch Schlußfolgerungen aus wiſſenſchaftlichen Principien, daß der Theil der Netzhaut, auf welchen der, jene Erſcheinung hervorrufende Eindruck ausgeübt worden iſt, auf der, dem Gegenſtande ſelbſt gerade entgegengeſetzten, Seite liegt; ſo wie auch, daß das Bild eines geraden und aufrechten Gegenſtandes auf der Netzhaut gekrümmt und umgekehrt iſt. Aber dieſe erſt hintendrein erlangte Belehrung kann niemals unſerer Gewohnheit oder vielleicht unſerem Inſtincte irgend einen Eintrag thun; die Erſcheinung, welche aus einem, auf den oberen Theil der Netzhaut ausgeübten Eindruck hervorgeht, mit einem Gegenſtande in gehörige Beziehung zu bringen, welcher noch weiter nach unten liegt, als unſer Auge, — und vice versa. Daher kommt es, daß wir auf einmal die Eindrücke, welche auf irgend eine beſondere Stelle der Netzhaut ausgeübt worden ſind, mit einer äußeren Urſache in Beziehung bringen, welche von der entgegengeſetzten Seite ausgeht. Das Nämliche geſchieht, wenn wir den Augapfel mit einem Finger, welcher an dem äußeren Augenwinkel aufgelegt wird, etwas ſtark drücken; wir beziehen dann die durch den Druck hervorgebrachte Erſcheinung von Licht unmittelbar auf die der gedrückten entgegengeſetzten Seite,

nämlich auf den inneren Augenwinkel, und glauben dort das Licht zu sehen. *)

Wenn wir eine Spielkarte in senkrechter Richtung in die Mitte zwischen unsere beiden Augen halten, und zwar ganz nahe an das Gesicht, so wird uns die Karte doppelt erscheinen. Die Ursache dieser Täuschung ist folgende: obschon jede Fläche der Karte (die linke und die rechte) von dem auf ihrer Seite befindlichen Auge in der Richtung gesehen wird, in welcher sie wirklich in Beziehung mit eben diesem Auge gelegen ist, so wird sie doch, weil sie nicht mehr innerhalb der Grenzen eines genauen Sehens ist, auf einen viel weiter entfernten Gegenstand bezogen, als es wirklich der Fall ist, und es folgt daraus, daß die beiden Seiten des Gegenstandes, der Karte nämlich, durch einen weiten Zwischenraum getrennt erscheinen, und wie wenn sie zwei ganz verschiedenen Gegenständen angehörten. Es gibt noch eine Menge anderer Beispiele, welche ähnliche Täuschungen in den Perceptionen unseres Gesichtssinns darstellen.

Alle auf die Nerven der Sensation ausgeübten Eindrücke haben eine bestimmte Dauer, und setzen sich noch eine Zeit lang fort, nachdem die Einwirkung des äußeren Gegenstandes bereits aufgehört hat. Die Wirkungen, welche aus diesem Gesetze hervorgehen, lassen sich sehr deutlich in solchen Fällen erkennen, wo die Gegenwart oder die Abwesenheit des Agens genau bestimmt werden kann. So behalten wir zum Beispiel die Sensation eines Schall's noch einige Zeit nachher, wenn die Schwingungen des äußeren Mediums, welche denselben hervorgebracht haben, bereits nachließen; dieß läßt sich durch die Sensation einer Musiknote, deutlich machen, welche das Resultat einer regelmäßig auf einander folgenden Anzahl von Schwingungen der Luft ist; denn hier dauert der von jeder einzelnen Schwingung hervorgebrachte Eindruck auch während des Zwischenraumes fort, welcher zwischen zwei einzelnen

*) Ebenso beziehen wir die durch einen Druck auf den oberen Theil des Augapfels hervorgebrachte Lichterscheinung auf die entgegengesetzte, das heißt auf die untere Seite des Augapfels, und wir erblicken daher bei geschlossenem Auge, das Licht nicht oben, sondern unten; ebenso ist es im umgekehrten Falle. Anm. d. Ueb.

Schwingungen ſtattfindet. Mag nun das Licht hervorgebracht werden durch das Ausſenden materieller Partikelchen, oder durch die Schwingungen eines ätheriſchen Fluidums, *) ſeine Eindrücke auf die Netzhaut müſſen doch immer nothwendig unterbrochen ſeyn, wie diejenigen des Schalls; da ſie ſich aber in noch viel kürzeren Zwiſchenräumen wiederholen, ſo geben ſie Veranlaſſung zu einem einzigen, zuſammenhängenden Eindrucke.

Ein ſehr gewöhnliches Beiſpiel von der Wirkung deſſelben Geſetzes kommt vor, wenn wir ein Stück glühender Kohle ſehr ſchnell im Kreiſe herumdrehen; man glaubt dann einen zuſammenhängenden Cirkel von Feuer zu erblicken. Dieß kommt daher, daß die Netzhaut auf der Stelle, welche das glänzende Bild der brennenden Kohle aufnimmt, den Eindruck länger behält, und zwar mit faſt eben ſo großer Intenſität, ſo lange die Kohle ſelbſt im Kreiſe ſich bewegt, und an jedem einzelnen Punkte den gleichen Eindruck auf die Netzhaut wiederholt. Eben daher kommt es, daß eine Rakete, eine Sternſchnuppe und jedes andere feurige Meteor, welches bei Nacht durch den Himmelsraum dahin fährt, einen langen Schweif von glänzendem Lichte hinter ſich zu laſſen ſcheint. Die genaue Zeitdauer, während welcher die Eindrücke noch fortwähren, nachdem die dieſelben hervorrufende Urſache entfernt worden iſt, wurde von den verſchiedenen Phyſikern, welche Verſuche darüber anſtellten, ſehr verſchieden angegeben, und iſt auch auf jeden Fall von dem Grade der Stärke des Eindruckes ſehr abhängig.

Viele äußerſt intereſſante Täuſchungen des Geſichtsſinns können von dem Einfluſſe eben dieſes Princip's abgeleitet werden. Eine der merkwürdigſten der Art iſt das gekrümmte Ausſehen der ganz geraden Speichen an dem Rade eines Wagens, welches auf dem Boden fortrollt, wenn man dieſelben durch die Zwiſchenräume zwiſchen ſenkrecht und parallel miteinander ſtehenden Pfählen, wie zum Beiſpiel an einer Pälliſade,

*) Jenes wird nach der Theorie von Newton, letzteres nach der von Euler angenommen. Anm. d. Ueb.

Gartenzaun, oder einem Venetianischen Fensterladen betrachtet. Durch Nachdenken über die näheren Umstände dieses Phänomen's fand ich, daß es das nothwendige Resultat der Eindrücke ist, welche auf der Netzhaut von allen einzelnen Theilen der Speiche zurückgelassen wurden, welche in schneller Aufeinanderfolge durch jene Zwischenräume sichtbar wurden, und das in Frage stehende gekrümmte Aussehen annahmen. *) Schon vor drei Jahren hat Mr. Faraday diesen Gegenstand untersucht, und zwar mit dem gewöhnlichen Erfolge, welcher alle seine philosophischen Forschungen begleitet. Derselbe ersann eine große Menge interessanter Versuche über die Erscheinungen, welche aus mannigfachen Combinationen von sich drehenden Rädern hervorgehen; das Einzelne hierüber ist in einer Abhandlung enthalten, im ersten Bande des Journal of the Royal Institution of Great Britain, p. 205. — Dieses richtete meine Aufmerksamkeit wieder auf diesen Gegenstand, und führte mich zu der Entdeckung des Instruments, welches unterdessen unter dem Namen Phantasmascop oder Phenakistikop zu allgemeiner Kenntniß gekommen ist. Ich verfertigte mehrere der Art zu jener Zeit (im Frühjahre 1831), welche ich vielen meiner Freunde zeigte; aber in Folge von Untersuchungen und Geschäften einer ernsthafteren Art kam ich nicht dazu, von dieser Erfindung einige Nachricht öffentlich mitzutheilen.

Wenn die Eindrücke auf unsere Sehorgane sehr lebhaft sind, so tritt öfters ein Phänomen anderer Art ein, nämlich das öftere Wiederkehren derselben nach Verfluß einer gewissen Zwischenzeit während welcher sie nicht empfunden werden, und ganz unabhängig von irgend einer wiederholten Einwirkung der Ursache, welche dieselben ursprünglich bewerkstelliget hatte. Wenn wir, um ein Beispiel zu nehmen, unausgesetzt eine oder zwei Minu-

*) Eine kleine Abhandlung, worin ich eine genaue Beschreibung der Einzelnheiten dieser Untersuchungen, sowie die Theorie, nach welcher ich sie erklärte, niederlegte, wurde der Königl. Gesellschaft mitgetheilt, und in den Philosophical Transactions for 1833, p. 131 bekannt gemacht.

ten lang fest in die Sonne blicken, und unmittelbar nachher unsere Augen fest schließen, so bleibt das Bild oder Spectrum der Sonne auf lange Zeit der Seele gegenwärtig, wie wenn das Licht derselben immer noch seinen Eindruck auf die Netzhaut ausübte. Dann erblaßt das Bild allmählig und verschwindet zuletzt; sobald wir aber fortfahren, die Augen wieder fest zugeschlossen zu halten, so kehrt dieselbe Erscheinung nach Verfluß einer gewissen Zeit wieder, um dann von Neuem zu verschwinden, und so wird dieses Phänomen in bestimmten Zwischenzeiten wiederkehren, während die Sensation davon bei jeder Erneuerung schwächer und schwächer wird. Es ist höchst wahrscheinlich, daß dieses Wiedererscheinen des Bildes, nachdem das Licht, welches den ursprünglichen Eindruck hervorgebracht hatte, entfernt worden ist, in spontaner Thätigkeit der Netzhaut selbst seine nrsprüngliche Quelle hat, welche dann zu dem Sensorium fortgeleitet wird. In anderen Fällen dagegen, wo die Eindrücke eine geringere Intensität besitzen, sind vielleicht die physischen Veränderungen, welche diese Spectra hervorrufen, auf das Sensorium selbst beschränkt. Die Erscheinungen solcher Spectra machen im allgemeinen verschiedene Farbenveränderungen durch, indem sie zuerst eine gelbe Färbung annehmen, von welcher sie zu einer grünen übergehen, um zuletzt noch eine blaue zu zeigen, bevor sie endlich ganz verschwinden.

Ein weiteres allgemeines Gesetz der Sensation besteht darin, daß alle auf einen Sinnennerven stattfindende Eindrücke das Bestreben haben, die Sensibilität desselben zu erschöpfen, so daß die fortgesetzte oder wiederholte Einwirkung einer und eben derselben äußeren Ursache eine immer schwächer werdende Wirkung hervorbringt, während auf der andern Seite die Abwesenheit oder Verminderung des gewöhnlichen Reizes zu einer allmählig steigenden Vermehrung der Sensibilität führt, so daß die nun folgende Anwendung einer erregenden Ursache eine Wirkung hervorruft, welche viel stärker ist, als die gewöhnliche. Eines der häufigsten Beispiele, welches uns die Wirkung dieses Gesetzes deutlich machen kann, bietet sich uns in der Art von Sensation dar, welche die Temperatur

hervorruft. Ein und eben derſelbe Körper kann dem Gefühle zu einer Zeit warm erſcheinen, zu einer anderen aber kalt, obſchon ſeine wirkliche Temperatur nicht die mindeſte Veränderung erlitten hat, je nach dem Zuſtande des Gefühlorgans, worin daſſelbe durch frühere Eindrücke verſetzt worden iſt. Man wird über die Temperatur deſſelben ein ſehr verſchiedenes Urtheil fällen, wenn man ihn ſucceſſive mit jeder Hand einzeln befühlt, ſobald die eine Hand unmittelbar vorher der Kälte ausgeſetzt worden war, während die andere ihre natürliche Wärme beibehalten hat.

Aehnliche Erſcheinungen können in Beziehung auf alle andere Sinne beobachtet werden. So hängt z. B. der Geruch von riechenden und der Geſchmack von ſchmeckenden Körpern ſehr viel von dem vorherigen Zuſtande des Organs ab, vermittelſt deſſen ſie empfunden werden; jeder ſtarke Eindruck eines Geſchmacks auf die Nerven der Zunge macht dieſelben auf eine gewiſſe Zeit beinahe unempfindlich gegen einen ſchwächeren Geſchmackseindruck. Töne, welche einen ſehr heftigen Eindruck auf die Gehörnerven ausüben, können auf ähnliche Weiſe eine temporäre Unempfindlichkeit gegen ſchwächere Töne herbeiführen. Gerade das Gegentheil hiervon wird beobachtet, wenn bei tauben Perſonen das Gehör mittelſt der Durchbohrung des Trommelfells plötzlich wieder hergeſtellt wurde. *) Man findet dann, daß die Empfindlichkeit der Gehörnerven, welche den Eindrücken des Schalls lange nicht zugänglich geweſen waren, auf einen krankhaften Grad geſteigert iſt. Dieß war in einem ſehr auffallenden Grade in einem Falle zu bemerken, welcher hier kurz mitgetheilt werden ſoll. Ein Herr, welcher mehrere Jahre lang, in Folge einer Verwachſung der Euſtachiſchen Röhre, ganz taub geweſen war, und zwar in einem ſolchen Grade, daß er kaum die Stimme einer Perſon vernahm, welche laut und ganz nahe in ſein Ohr ſprach, ließ die Perforation oder Durchbohrung des Trommelfells an ſich vornehmen. Sobald das Inſtrument, mit welchem die Operation verrichtet wurde, wieder aus dem Gehörgang herausgezogen worden war, fingen die anweſenden

*) Vergleiche oben S. 434 dieſes Bandes.

Personen an, mit äußerst leiser Stimme einige Worte an den Kranken zu richten, und waren sehr erstaunt, als sie gar keine Antwort erhielten, sondern derselbe, wie von einem heftigen Schlage betäubt, unbeweglich auf seinem Stuhle festgebannt blieb. Endlich aber brach er in den Ausruf aus: „Um Gottes Willen, meine Herren, hören Sie doch auf, so schrecklich zu schreien! Sie machen mir unaussprechliche Schmerzen, wenn Sie so laut mit mir sprechen.“ Der Chirug zog sich hierauf zurück, und ging durch das Zimmer; unglücklicher Weise jedoch machte das Knarren seiner Stiefeln, daß der Operirte mit größter Seelenangst von seinem Sitze aufsprang, und zugleich seine Hand instinctmäßig vor das Ohr hielt, um es zu bedecken. Indem er aber dieses ausführte, war das Geräusch seiner Finger, welche in Berührung mit seinem Kopfe kamen, eine neue Quelle von Pein, welche eine Wirkung hervorbrachte, wie eine Pistole, welche plötzlich nahe am Ohr abgeschossen worden wäre. Selbst noch lange Zeit nachher, wenn man ihn auch nur mit dem leisesten Geflüster anredete, beklagte er sich über die so schmerzhafte Stärke der Töne, und es vergingen mehrere Wochen, ehe diese übermäßig gesteigerte Empfindlichkeit der Gehörnerven sich verlor. Nach und nach jedoch gewöhnten sie sich wieder an die ihnen zukommenden Verrichtungen, und wurden wieder empfänglich für die gewöhnlichen Eindrücke des Schalls. Nach Verfluß einiger Zeit ließ dieser Herr die gleiche Operation an dem andern Ohr vornehmen, und zwar mit ganz ähnlichen Resultaten; eben derselbe hohe Grad von außerordentlicher Empfindlichkeit gegen Töne zeigte sich nach Wiederherstellung des Gehörs an diesem Ohre, wie es bei dem andern der Fall gewesen war, und es verfloß auch ein eben so langer Zeitraum, ehe es wieder in seinen natürlichen Zustand zurückkehrte *).

Die schlagendsten Beweise über das ausgedehnte Vorkommen dieses Gesetzes liefert uns eben der Gesichtssinn. Wenn wir uns einige Zeit dem Glanze eines hellen Sonnenscheins ausgesetzt

*) M. Mann oir hat diesen Fall beobachtet, auf dessen Autorität hin ich diese Mittheilung gemacht habe.

hatten, und dann in eine dunkle Kammer uns begeben, so bekommen wir das Gefühl, als wären wir blind; denn die Netzhaut, deren Reizbarkeit durch die Einwirkung eines starken Lichts völlig erschöpft worden war, ist nun unempfindlich für die schwächern Eindrücke, welche sie an jenem Orte empfängt. Man könnte vermuthen, daß das Zusammenziehen der Pupille, welches immer bei der Einwirkung eines sehr starken Lichts eintritt, und eben damit die Quantität des bis zur Netzhaut vordringenden Lichtes sehr beschränkt, die Ursache sey, welche jenes Phänomen vollkommen zu erklären im Stande sey. Allein bei sorgfältiger Beobachtung sieht man, daß sich die Pupille sehr rasch bis zu ihrer größten Ausdehnung erweitert, sobald sie durch den Einfluß des Lichts nicht mehr in Reitzung versetzt wird, während die Netzhaut noch eine viel längere Zeit hindurch ihre Unempfindlichkeit beibehält. In der That erhält sie ihren gewöhnlichen Grad von Empfindlichkeit nur ganz allmählig. Wenn dagegen die Netzhaut längere Zeit von Dunkelheit umgeben wird, so steigert sich ihre Sensibilität immer höher, und jetzt wird ein schwaches Licht im Stande seyn, einen Eindruck auf dieselbe hervorzubringen, welcher dem durch ein viel stärkeres Licht hervorgebrachten gleich kommt, wenn das Auge in seinem gewöhnlichen Zustande sich befindet, und während es in jenem Zustande der gesteigerten Reizempfänglichkeit ist, wird der plötzliche Eindruck des gewöhnlichen Tageslichts eine blendende und schmerzhafte Sensation hervorrufen.

Dieses Gesetz des Sehens ist von Sir William Herschel mit großem Vortheil angewandt worden, indem er sein Auge zur Erreichung eines außerordentlichen Grades von Empfindlichkeit brachte, in der Absicht, sehr schwach leuchtende Himmelskörper beobachten zu können. Wenn er in einer schönen Winternacht, und ohne daß der Mond am Himmel stand, vier, fünf oder sechs Stunden beschäftigt war, mit seinem Teleskope Beobachtungen am Himmelsraume anzustellen, so begegnete es ihm oft (indem er das Licht der umgebenden Gegenstände vermittelst einer schwarzen Kopfbedeckung von dem

Auge abhielt), daß die Sensibilität seiner Netzhaut so sehr gesteigert wurde, daß wenn ein Stern der dritten Größe sich dem Sehfelde näherte, er genöthigt wurde, auf der Stelle sein Auge abzuwenden, damit dasselbe seine Sehkraft nicht verlieren möchte. Er erzählt, daß bei einer gewissen Gelegenheit die Erscheinung des Sirius in dem Sehfelde des Telescops wie eine Morgenröthe sich ankündigte, welche nach und nach an Glanz und Helle zunahm, bis zuletzt das Gestirn selbst mit allem Glanze einer aufgehenden Sonne sich dem Blicke zeigte, und ihn nöthigte, sein Auge schnell von dem prächtigen, aber überwältigenden Schauspiel abzuwenden.

Durch die eigenthümliche Construction des Sehorgans sind wir in Stand gesetzt, die Wirkungen von Eindrücken, welche auf besondere Theile der Netzhaut ausgeübt worden sind, von denjenigen zu unterscheiden, welche auf den übrigen Theil derselben geschehen, so wie auch von ihrer allgemeinen Wirkung auf die ganze Oberfläche der Netzhaut.

Diese partiellen Veränderungen in der Sensibilität der Netzhaut geben zum Entstehen jener Phänomene Veranlassung, welche Augen-Spectra genannt werden, und wovon zuerst Buffon Kenntniß nahm, welche aber in der Folge von Dr. Robert Darwin genauer untersucht worden sind. Wenn man einen auf einem dunkeln Grunde befindlichen weißen Gegenstand ganz starr und so lange angesehen hat, bis das Auge ermüdet ist, und das Auge unmittelbar darauf auf ein anderes Sehfeld gerichtet wird, so entsteht ein Spectrum, welches viel dunkler gefärbt ist, als der dasselbe umgebende Raum. Dies wird dadurch hervorgebracht, weil derjenige Theil der Netzhaut, auf welchen das Bild des weißen Gegenstandes seinen Eindruck ausübte, ganz erschöpft wurde, und einen Theil seiner Sensibilität verlor. Das Gegentheil findet Statt, wenn das Auge starr auf einen schwarz gefärbten Gegenstand, welcher auf einem hellen Grunde liegt, gerichtet war, und dann auf einen andern Theil des nämlichen Sehfeldes sich wendet; in diesem Falle wird man ein glänzend helles Spectrum des Gegenstandes erblicken.

Eine noch viel merkwürdigere Thatsache besteht darin, daß die Empfindlichkeit der Netzhaut für eine besondere Art des Lichts auf dieselbe Weise vermehrt oder vermindert seyn kann, ohne daß in ihrer Empfindlichkeit gegen andere Arten des Lichts auch nur die kleinste Veränderung vor sich ginge. Daher kommt es, daß das Spectrum eines rothen Gegenstandes grün erscheint; die Empfindlichkeit desjenigen Theils der Netzhaut nämlich, auf welcher das rothe Bild seinen Eindruck ausgeübt hat, hat eine Verminderung in Beziehung auf die rothen Strahlen erlitten, während die gelben und blauen Strahlen immer noch fortfahren, ihre gewöhnliche Wirkung auf die Netzhaut hervorzubringen; diese beide aber, indem sie ihren Eindruck in einen einzigen vereinigen, bringen die Empfindung von Grün hervor. Aus eben demselben Grunde ist das Spectrum eines grünen Gegenstandes roth, indem nämlich die Strahlen der letzteren (rothen) Farbe diejenigen sind, welche allein noch die Kraft besitzen, ihren völligen Eindruck auf die Netzhaut auszuüben, welche zuvor in ihrer Empfindlichkeit gegen die gelben und blauen Strahlen, aus welchen das grüne Licht besteht, und welche sie von dem gesehenen Gegenstande mitgetheilt erhalten hatte, sehr vermindert worden ist.

Die Urtheile, welche wir über die Farben der verschiedenen Körper fällen, erleiden in einem sehr beträchtlichen Grade Modificationen durch die Nachbarschaft anders gefärbter Gegenstände, welche die allgemeine Empfindlichkeit der Netzhaut modificiren. Wenn man z. B. einen weiß oder grau gefärbten Gegenstand von geringen Dimensionen auf einem anders gefärbten Grunde anblickt, so hat es im Allgemeinen den Anschein, als ob er einen Anstrich von der Farbe bekäme, welche die complementäre von derjenigen des Grundes selbst ist *). Der Gebrauch bringt es bei den Chinesen mit sich, daß zu allen der bloßen Ceremonie wegen geschriebenen Briefen ein Papier von scharlachrother Farbe

*) Man sagt nämlich von zwei verschiedenen Farben, welche, wenn sie mit einander sich verbinden, weißes Licht hervorbringen, daß jede für die andere complementär sey.

angewandt werden muß. Sir George Staunton theilte mir nun mit, daß ihm alle, auf diese Art von Papier geschriebenen, Buchstaben auch noch lange Zeit nach seiner Ankunft in China grün gefärbt erschienen seyen, so daß er sehr erstaunt gewesen seye, als er in der Folge erfuhr, daß die angewandte Tinte rein schwarz war, ohne irgend eine Nebenfärbung zu besitzen; bei genauerer Untersuchung fand er ferner, daß die Zeichen auch schwarz gefärbt waren. Das grüne Aussehn der Buchstaben in diesem Falle war eine optische Täuschung, welche in dem Bestreben der Netzhaut ihre Quelle hatte, nachdem sie von dem rothen Licht einen starken Eindruck erhalten hatte, solche Eindrücke aufzunehmen, welche der complementären Farbe, das heißt also in diesem Falle der grünen, entsprächen.

Eine philosophische Untersuchung der Täuschungen der Sinne würde den deutlichen Beweis liefern, daß der Kraft unserer Perception absichtlich gewisse Grenzen gesetzt worden sind; aber dieser Gegenstand ist zu umfassend, als daß er hier seinem ganzen Umfange nach abgehandelt werden könnte. Bei den Gulstonischen Vorlesungen, welche ich in dem Royal College of Physicians, dem mir gewordenen Auftrage gemäß, im Mai 1832 hielt, nahm ich Gelegenheit, mich weiter über diesen Gegenstand auszubreiten. Ein summarischer Auszug aus diesen Vorlesungen wurde in der London medical Gazette, Vol. X. p. 273, mitgetheilt. Hier muß ich mich mit der Bemerkung begnügen, daß diese Täuschungen als unmittelbare Folge aus eben demselben Gesetze entspringen, welche unter den gewöhnlichen Umständen unserem Urtheile als richtige Führer dienen, dann aber unter ungewöhnlichen oder unregelmäßigen Verbindungen von Umständen ebenfalls ihre Wirksamkeit zeigen. Man kann sie alle in drei Classen abtheilen, je nachdem sie von Ursachen abhängen, welche sich auf das Physische, Physiologische oder aber auf das Psychische oder Geistige beziehen.

Die erste Classe begreift diejenigen Täuschungen in sich, bei welchen wirklich auf das Sinnorgan durch irgend eine äußere Ursache ein Eindruck ausgeübt wird, dieses jedoch auf eine

Weise, an welche wir durchaus nicht gewöhnt gewesen waren. Zu dieser Classe gehören die Täuschungen des Gehörsinns, welche von dem Echo, so wie von der Kunst der Bauchrednerei herrühren; ferner die trügerischen Erscheinungen wunderbarer Dunstbilder in der Wüste, das Erscheinen des Horizonts auf der See, die Fata Morgana an der Seeküste Calabriens, die gigantische Erscheinung auf dem Brocken im Harzgebirge, die hängenden Bilder concaver Spiegel, die Erscheinungen der Phantasmagorien, die symmetrischen, immer sich wiederholenden Verdoppelungen der Objecte in dem Felde des Kaleidoscops, so wie eine Menge anderer Erscheinungen, welche einfach aus den Combinationen der optischen Gesetze hervorgehen.

Die zweite Classe umfaßt diejenigen Täuschungen, bei welchen die Ursache der Täuschung mehr im Innern liegt, und in dem eigenthümlichen Zustande der Nervenoberfläche, welche die Eindrücke aufnimmt, begründet ist. Die Augenspectra mit ihren verschiedenen Arten, die, von dem Galvanismus herrührenden, Eindrücke auf die Zunge und das Auge, sowie die Eindrücke, welche das sogenannte Ohrenklingen oder Sausen hervorbringen, die im Allgemeinen von einer erhöhten Thätigkeit des Blutumlaufs herrühren, gehören zu der großen Menge von Perceptionen, welche zu dieser Classe gerechnet werden müssen.

Zu der dritten Classe von Täuschungen müssen diejenigen gezählt werden, welche ihrem Ursprung nach wesentlich geistig sind, und als die Folge von Irrthümern in unseren geistigen denkenden Kräften betrachtet werden können. Einige von dieser Art wurden schon oben angeführt, als von den Wahrnehmungen des Gehörs und Gesichts die Rede war, deren Bildung durch die Gesetze der Ideenassociation regulirt wird. Aber selbst der Tastsinn, von welchem man allgemein geglaubt hat, daß er noch am wenigsten einer Täuschung ausgesetzt sey, ist von dieser Quelle von Irrthümern nicht ganz frei. Dieses wird durch den allgemein bekannten Versuch bewiesen, wo man eine einzige Kugel, etwa von der Größe einer Erbse, zwischen zwei über einander gekreuzten Fingerspitzen befühlt; man bekommt

angewandt werden muß. Sir George Staunton theilte mir nun mit, daß ihm alle, auf dieſe Art von Papier geſchriebenen, Buchſtaben auch noch lange Zeit nach ſeiner Ankunft in China grün gefärbt erſchienen ſeyen, ſo daß er ſehr erſtaunt geweſen ſeye, als er in der Folge erfuhr, daß die angewandte Tinte rein ſchwarz war, ohne irgend eine Nebenfärbung zu beſitzen; bei genauerer Unterſuchung fand er ferner, daß die Zeichen auch ſchwarz gefärbt waren. Das grüne Ausſehn der Buchſtaben in dieſem Falle war eine optiſche Täuſchung, welche in dem Beſtreben der Netzhaut ihre Quelle hatte, nachdem ſie von dem rothen Licht einen ſtarken Eindruck erhalten hatte, ſolche Eindrücke aufzunehmen, welche der complementären Farbe, das heißt alſo in dieſem Falle der grünen, entſprächen.

Eine philoſophiſche Unterſuchung der Täuſchungen der Sinne würde den deutlichen Beweis liefern, daß der Kraft unſerer Perception abſichtlich gewiſſe Grenzen geſetzt worden ſind; aber dieſer Gegenſtand iſt zu umfaſſend, als daß er hier ſeinem ganzen Umfange nach abgehandelt werden könnte. Bei den Gulſtoniſchen Vorleſungen, welche ich in dem Royal College of Physicians, dem mir gewordenen Auftrage gemäß, im Mai 1832 hielt, nahm ich Gelegenheit, mich weiter über dieſen Gegenſtand auszubreiten. Ein ſummariſcher Auszug aus dieſen Vorleſungen wurde in der London medical Gazette, Vol. X. p. 273, mitgetheilt. Hier muß ich mich mit der Bemerkung begnügen, daß dieſe Täuſchungen als unmittelbare Folge aus eben demſelben Geſetze entſpringen, welche unter den gewöhnlichen Umſtänden unſerem Urtheile als richtige Führer dienen, dann aber unter ungewöhnlichen oder unregelmäßigen Verbindungen von Umſtänden ebenfalls ihre Wirkſamkeit zeigen. Man kann ſie alle in drei Claſſen abtheilen, je nachdem ſie von Urſachen abhängen, welche ſich auf das Phyſiſche, Phyſiologiſche oder aber auf das Pſychiſche oder Geiſtige beziehen.

Die erſte Claſſe begreift diejenigen Täuſchungen in ſich, bei welchen wirklich auf das Sinnorgan durch irgend eine äußere Urſache ein Eindruck ausgeübt wird, dieſes jedoch auf eine

Weise, an welche wir durchaus nicht gewöhnt gewesen waren. Zu dieser Classe gehören die Täuschungen des Gehörsinns, welche von dem Echo, so wie von der Kunst der Bauchrednerei herrühren; ferner die trügerischen Erscheinungen wunderbarer Dunstbilder in der Wüste, das Erscheinen des Horizonts auf der See, die Fata Morgana an der Seeküste Calabriens, die gigantische Erscheinung auf dem Brocken im Harzgebirge, die hängenden Bilder concaver Spiegel, die Erscheinungen der Phantasmagorien, die symmetrischen, immer sich wiederholenden Verdoppelungen der Objecte in dem Felde des Kaleidoscops, so wie eine Menge anderer Erscheinungen, welche einfach aus den Combinationen der optischen Gesetze hervorgehen.

Die zweite Classe umfaßt diejenigen Täuschungen, bei welchen die Ursache der Täuschung mehr im Innern liegt, und in dem eigenthümlichen Zustande der Nervenoberfläche, welche die Eindrücke aufnimmt, begründet ist. Die Augenspectra mit ihren verschiedenen Arten, die, von dem Galvanismus herrührenden, Eindrücke auf die Zunge und das Auge, sowie die Eindrücke, welche das sogenannte Ohrenklingen oder Sausen hervorbringen, die im Allgemeinen von einer erhöhten Thätigkeit des Blutumlaufs herrühren, gehören zu der großen Menge von Perceptionen, welche zu dieser Classe gerechnet werden müssen.

Zu der dritten Classe von Täuschungen müssen diejenigen gezählt werden, welche ihrem Ursprung nach wesentlich geistig sind, und als die Folge von Irrthümern in unseren geistigen denkenden Kräften betrachtet werden können. Einige von dieser Art wurden schon oben angeführt, als von den Wahrnehmungen des Gehörs und Gesichts die Rede war, deren Bildung durch die Gesetze der Ideenassociation regulirt wird. Aber selbst der Tastsinn, von welchem man allgemein geglaubt hat, daß er noch am wenigsten einer Täuschung ausgesetzt sey, ist von dieser Quelle von Irrthümern nicht ganz frei. Dieses wird durch den allgemein bekannten Versuch bewiesen, wo man eine einzige Kugel, etwa von der Größe einer Erbse, zwischen zwei über einander gekreuzten Fingerspitzen befühlt; man bekommt

hierbei die ganz bestimmte Perception, als seyen zwei Kugeln da, anstatt einer einzigen.

So beschränkt aber auch unsere Sinne in dem Kreise ihrer Perception seyn mögen, und so sehr sie auch gelegentlich einem Irrthum unterworfen sind; so können wir doch nicht umhin, zu erkennen, daß ihre Einrichtung und Fähigkeit nicht allein bei uns, sondern auch bei jeder Ordnung der thierischen Geschöpfe, ganz genau und sorgfältig sowohl den Eigenschaften und den Verhältnissen der materiellen Welt angepaßt worden sind, als auch fernerhin für die, jeder Thierspecies eigenthümlich zukommenden Bedürfnisse und Mängel ausreichen, wie sie in den Lagen und Umständen, in die sie von dem gütigen und weisen Schöpfer versetzt werden, vorkommen können.

Wenn die Functionen des Sensoriums auf bloße Sensation und Perception beschränkt geblieben wären, bloß noch in Verbindung mit der Fähigkeit, passiv zu genießen oder zu leiden, so würden die Zwecke der thierischen Existenz nur sehr unvollkommen in Erfüllung gegangen seyn. Denn wenn das empfindende Geschöpf im Stande seyn sollte, sich in den Besitz von denjenigen Gegenständen zu setzen, welche ihm angenehm und heilbringend sind, und dagegen diejenigen zu vermeiden und zu verwerfen, welche ihm Schmerzen oder irgend einen Schaden zufügen könnten, so mußte es nothwendig in den Besitz der Kraft gesetzt werden, selbstständige Handlungen auszuführen. Daher wurde bei dem Thiere zu den übrigen sensoriellen Functionen auch noch die Fähigkeit zur willkührlichen Bewegung hinzugefügt. Die Muskeln, welche zur Bewegung der Glieder, des Rumpfes, Kopfes und der Sinnorgane, kurz aller derjenigen Theile dienen, welche die Wechselbeziehungen oder Relationen mit der äußeren Welt unterhalten, sind durch die Vermittelung einer besonderen Ordnung von Nervenfilamenten (welche von den zur Vermittelung der Sensation dienenden gänzlich verschieden sind) in Stand gesetzt, unmittelbar mit dem Sensorium zu communiciren, und wurden demgemäß unter die directe Controle und Oberherrschaft des Willens gesetzt. Ueber diesen Gegenstand muß ich den Leser auf die Untersuchung von

Sir Charles Bell und Magendie verweisen, welche den Unterschied zwischen diesen beiden Ordnungen von Nerven vollständig nachgewiesen haben*).

Der geistige Act des Wollens wird ohne Zweifel von irgend einer entsprechenden physischen Veränderung in dem Theile des Sensoriums begleitet, von welchem die motorischen Nerven, das heißt diejenigen, welche sich zu den Muskeln der willkührlichen Bewegung begeben, ihren Ursprung nehmen. Hier also ist ein Uebergang von geistigen Phänomenen zu solchen, welche rein physischer Natur sind; der Eindruck, welcher Art er auch seyn mag, wird längs des Verlaufs der Nerven auf diejenigen Muskeln fortgepflanzt, deren Contraction nothwendig erfordert wird, um die beabsichtigte Thätigkeitsäußerung zu bewerkstelligen. Von der Function der willkührlichen Bewegung, in so weit sie sich auf die bewegenden Kräfte und den Mechanismus der in Anwendung gesetzten Werkzeuge bezieht, habe ich mich bereits in dem ersten Theile dieses Werkes hinreichend ausgesprochen.

Eine willkührliche Thätigkeitsäußerung, welche unmittelbar der Anwendung eines äußeren Agens auf irgend ein Sinnorgan folgt, begreift, so einfach auch dieses Phänomen auf den ersten Blick erscheinen mag, das Zusammenwirken von nicht weniger als zwölf auf einander folgenden Processen in sich, wie aus der hier folgenden Aufzählung deutlich hervorgehen wird. Zuerst tritt die modificirende Thätigkeit des Sinnenorgans ein, wie z. B. im Sehorgane das Brechen der Lichtstrahlen, u. s. f.; für's Zweite der Eindruck, welcher auf die Endigung des Sinnennerven ausgeübt wird; drittens, die Fortpflanzung dieses Eindrucks längs des Nerven; viertens, der Eindruck oder die physische Veränderung in dem Sensorium. Zunächst fol-

*). Diese vollständige Begründung des Unterschieds zwischen Empfindungs- und Bewegungsnerven gieng übrigens weder von England noch von Frankreich aus, sondern von unserm Deutschland, wie wir ohne besondere Nationaleitelkeit es behaupten dürfen; vor Allen ist hier Joh. Müller zu nennen, welcher zuerst ganz klare und wegen ihrer Einfachheit keiner Täuschung ausgesetzte Versuche darüber anstellte. Anm. d. Uebers.

gen nun vier verschiedene Arten von Thätigkeiten der Seele, nämlich Sensation, Perception, Association und das Wollen. Dann giebt es wieder eine andere physische Veränderung, welche in dem Sensorium vor sich geht, und unmittelbar auf den geistigen Act des Wollens folgt; auf diese tritt nun die Fortpflanzung des Eindrucks nach außen zu, längs des Verlaufs des motorischen Nerven, ein; von da aus wird dann ein Eindruck auf den Muskel ausgeübt, und zuletzt erhalten wir erst die Contraction des Muskels, welche das Endziel dieser ganzen Reihe von Operationen gewesen ist.

Jede Erregung der sensoriellen Kräfte wird bälder oder später von einem ihr entsprechenden Grade von Erschöpfung gefolgt; wenn diese endlich einen gewissen Punct erreicht hat, so tritt ein Aufhören in der Thätigkeit dieser Kräfte ein, wodurch derjenige Zustand hervorgebracht wird, welchen wir Schlaf nennen. Während dieses Zustandes werden die erschöpften Kräfte durch die unausgesetzte wiederbelebende Thätigkeit der vitalen Functionen (die Ernährung u. s. w.) erneut, und wieder in jene Spannung versetzt, welcher den ihnen zukommenden Bestimmungen und Zwecken angemessen ist. Uebrigens ist in dem gewöhnlichen Zustande des Schlafs die Erschöpfung des Sensoriums selten so vollständig, um die Erregung desselben durch solche innere Ursachen unmöglich zu machen, welche in unserm wachen Zustande kaum für uns empfindlich gewesen seyn würden. Hieraus entstehen die Träume, welche aus Reihen von Ideen hervorgehen, die aus Irritation in unserem Innern erfolgen, und über welche eine Aufsicht zu führen die Seele keine Kräfte hat, in Folge der Abwesenheit aller von den äußeren Sinnen herrührenden Eindrücke. Die einzigen Anzeigen von Träumen bei niedriger stehenden Thieren geben uns diejenigen, welche noch mit den meisten intellectuellen Kräften ausgestattet sind, wohin z. B. unter den Quadrupeden die Hunde, und unter den Vögeln die Papageien gehören.

Bei vielen Thieren tritt eine noch viel ausgedehntere Aufhebung der Thätigkeiten des Lebens während der Wintermonate ein, welche sich sogar auf die Verrichtungen der Respiration

und Circulation erſtreckt, wodurch der Zuſtand hervorgebracht wird, welchen man Winterſchlaf nennt.

VIII. Capitel.

Vergleichende Physiologie des Nervensystems.

§. 1. Nervenſyſtem der wirbelloſen Thiere.

Unſere Kenntniſſe von dem wahren Nutzen und den Verrichtungen der verſchiedenen Theile, welche das Nervenſyſtem zuſammenſetzen, und namentlich der Centralmaſſen deſſelben, ſind leider noch zu dürftig, um uns den Zuſammenhang, welcher ohne Zweifel zwiſchen den Verſchiedenheiten in den Functionen und den Abweichungen in der Bildung jener Organe ſtattfindet, klar einſehen zu lehren. Der kurze Ueberblick, welchen wir uns vorgenommen haben, von den verſchiedenen Plänen zu geben, nach welchen das Nervenſyſtem in den unterſchiedlichen Thierclaſſen gebildet iſt, wird zeigen, daß jene Centralmaſſen (welche man wohl auch Gehirn- oder Rückenmarksanſchwellungen nennt) ſtets vervielfältigt und in dem Verhältniſſe mehr entwickelt ſind, als die Fähigkeiten des Thiers ſich über eine größere Reihe von Gegenſtänden erſtrecken, und zu einem höheren Grade von Vollkommenheit ſich erheben.

In keiner der unterſten Abtheilungen der Zoophiten, wohin die Spongien, Polypen und Meduſen gehören, ſind bis jetzt auch nur Spuren von Organen entdeckt worden, welche irgend eine Aehnlichkeit mit einem Nervenſyſtem haben, und dies gilt ſelbſt von den größten Gattungen der zuletzt genannten Thier-

ſine Nervenſtränge in ihrem Verlaufe eine Reihe knotenartiger Erweiterungen oder Anſchwellungen bilden. Jedes Paar derſelben entſpricht in der Regel einem der Segmente des Körpers, und ſendet, wie von einem Mittelpuncte, in verſchiedener Richtung Zweige aus. Es iſt wahrſcheinlich, daß dieſe Knoten oder Ganglien in jedem Segmente des Thiers einem ähnlichen Zwecke dienen, wie das Gehirn und Rückenmark in den Wirbelthieren, nämlich dem, die Mittelpuncte des Nervenſyſtems und vielleicht auch der ſenſoriellen Vermögen zu bilden. Manche Thatſachen ſcheinen auch wirklich darauf hinzudeuten, daß jedes Körperſegment derjenigen Gliederthiere, welche eine ringförmige und cylindriſche Form haben, wie die Würmer und Tauſendfüße, in gewiſſem Betracht ein unabhängiges Empfindungsleben beſitze, ſo daß, wenn ihr Körper in zwei oder mehr Theile getrennt wird, jeder einzelne Theil dennoch Empfindungsfähigkeit und das Vermögen zur willkührlichen Bewegung erhält. Soweit, als die Sache überhaupt ein Urtheil zuläßt, ſcheint der Taſt- oder Gefühlsſinn das einzige Vermögen zu ſeyn, welches bei dieſer einfachen Form des Nervenſyſtems thätig iſt, da alle höheren Sinnesäußerungen eine weit feiner entwickelte und zuſammengeſetzte Bildung der Nervenganglien ganz beſtimmt erfordern.

In dieſer Abtheilung des Thierreichs laufen die beiden Hauptnervenſtränge ſtets in der Mitte der untern Körperfläche hin, und dies iſt auch der Ort, wo ſie in Ermanglung einer knöchernen Wirbelſäule ſich am geſchützteſten befinden. Sie laſſen ſich mit dem Rückenmarke vergleichen, und dienen dazu, die Reihe von Ganglien, durch welche ſie hindurchgehen, unter ſich zu verbinden, und in Ein Syſtem zu vereinigen. Wenn ſie bis zur Speiſeröhre gelangt ſind, ſo bilden ſie rund um dieſelbe einen Ring, an dem ſich verſchiedene Anſchwellungen befinden, von denen die oberſte oder dem Kopf zunächſt gelegene in der Regel größer iſt, als die übrigen, und Speiſeröhre-, Kopf- oder Gehirn-Ganglion genannt, und mit dem Gehirn der höheren Thiere verglichen zu werden pflegt. Vielleicht erhält man jedoch eine richtigere Anſicht von ſeinen Verrichtungen, wenn

man dieses größere Ganglion das Hauptgehirn nennt, und die übrigen Ganglien als untergeordnete Gehirne betrachtet. Jenes oberste Ganglion, welches eine Menge von Nervenfäden zu jedem Theile des Kopfs hinschickt, scheint das Hauptorgan für die höheren Sinnesthätigkeiten des Sehens, Hörens, Schmeckens und Riechens zu seyn, und zugleich derjenige Ort, wo sich alle jene Sinneseindrücke in der Art vereinigen, daß ein Thierindividuum entsteht, welches mit dem Grad von Wahrnehmungsvermögen und mit allen denjenigen Wirkungsthätigkeiten begabt ist, welche der Stufe, auf der das Thier in der Reihe der Organismen steht, angemessen sind.

So verhält sich nun im Allgemeinen die Form des Nervensystems bei sämmtlichen Anneliden. In den höheren Ordnungen der Gliederthiere aber finden wir bereits verschiedene Grade von weiterer Ausbildung desselben, und am deutlichsten zeigt sich dieser Bildungsfortschritt in den Crustaceen*). Eine der einfachsten Formen dieser Organe sehen wir in einem kleinen, zu eben genannter Classe gehörenden Thiere, welches man oft in unermeßlicher Menge auf den Sandbänken an der Seeküste antrifft, und das Talitrus locusta, Sandhüpfer, genannt wird. Die zwei Nervenstränge, welche der Länge nach verlaufen, sind vollkommen von einander getrennt, und selbst durch einen kleinen Zwischenraum geschieden; sie zeigen eine Reihe von Ganglien, die nahe zu gleich groß sind, und gleichweit von einander abstehen; ein Paar derselben entspricht jedesmal einem Segmente des Körpers, und ist durch Querfäden unter sich vereinigt; andere Nervenfäden, die auch wieder aus jedem Ganglion entspringen, verbreiten sich seitlich. Bei zunehmendem Wachsthum des Thiers nähern sich die beiden Längebündel des Nervensystems ein wenig mehr, bleiben aber dennoch stets vollkommen von einander getrennt. Das erste

*) Siehe den Bericht über die, diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen von Victor Audouin und H. M. Edwards in den Annales des sciences naturelles, XIX, 161.

Paar der Ganglien, die Kopfganglien, hat man, wiewohl uneigentlich, als das Gehirn des Thiers betrachtet.

Der nächsten höheren Bildungsstufe des Nervensystems begegnen wir im Blutegel, Phyllosoma, wo jedes Paar der Kopf- und Bauchganglien in eine einzige Masse vereinigt ist, während die Ganglien in der Bauchgegend noch getrennt bleiben. In der Cymothoa dagegen, einem Thiere, das der Familie der Asseln (Oniscus) angehört, findet man nur eine einzige Kette von Ganglien, da die beiderseitigen Nervenknoten durchaus zusammengeflossen sind, und eine einzige Anschwellung bilden, welche in der Mittellinie des Körpers liegt, während die der Länge nach verlaufende Nervenstränge, welche die einzelnen Ganglien mit einander verbinden, doppelt bleiben. In den höheren Ordnungen der Crustaceen aber, wie beim Hummer, vereinigen sich auch jene Längebündel des Nervensystems in der Bauchgegend, während sie in der Brust noch getrennt bleiben.

Verfolgen wir die Organisation des Nervensystems in den noch höher entwickelten Crustaceen, so beobachten wir eine Annäherung der entfernter liegenden Ganglien gegen diejenigen zu, welche fast in der Mitte des Körpers gelagert sind. Diese Neigung zur Concentration zeigt sich bereits darin, daß der hintere Theil des Nervensystems der Cymothoa im Vergleich zu dem von Talitrus merklich verkürzt ist. Dieses Annäherungsverhältniß steigert sich in den höheren Ordnungen dieser Thiere noch weiter. So sind z. B. bei Palemon die meisten Nervenknoten der Brust und bei Palinurus (Fabr.) alle derselben in eine größere ovale Masse zusammengeflossen, welche in ihrer Mitte durchbohrt, und im Mittelpuncte der Brust gelegen ist. Bei Maia squinado, oder dem Spinnenkrebse endlich, wird diese Nervenmasse bereits fester, nimmt eine rundliche Form an, und ist in der Mitte nicht mehr durchbohrt.

Diese verschiedenen Bildungsformen des Nervensystems werden in dem Verhältnisse vervollkommnet, als die höhere Organisation der Crustaceen sich bei dem einzelnen Thiere immer mehr entwickelt. So besteht beim Hummer die früheste,

ursprüngliche Form des Nervensystems in zwei von einander getrennten, parallel verlaufenden Nervensträngen, von denen jeder eine besondere Reihe von Ganglien besitzt, die seitlich nicht mit einander in Verbindung stehen, wie bei dem Talitrus. Dann beobachtet man, daß bei fortschreitendem Wachsthum ene beiden Stränge allmählig einander sich näher rücken, und die Ganglien beider Seiten zusammenfließen, wie dies bei Cymothoa gezeigt wurde. In der Lebensperiode endlich, wo bei dem Hummer die Füße hervorzusprossen beginnen, nähern sich die Brustganglien einander, vereinigen sich in Haufen und erreichen schnell eine bedeutende Größe, um so für das Wachsthum der Glieder von diesem Segmente des Körpers verbreitet zu seyn; während dagegen die Unterleibsganglien vor der Hand noch bei ihrer frühern Größe verharren. Das Kopfganglion, welches ursprünglich doppelt vorhanden war, und später in Eins zusammenschmolz, vergrößert sich gleichfalls im Verhältniß zu der Entwickelung der Sinnesorgane um ein Bedeutendes. Die nächstfolgende Metamorphose findet sodann in den hintern Theilen der Nervenstränge statt; diese werden nämlich verkürzt, während zu gleicher Zeit ihre Ganglien in größern Massen sich vereinigen, und auf diese Art das Wachsthum des Schwanzes und der hintern Füße vorbereitet wird; so daß also mit der fortschreitenden Entwickelung des Thiers in seinem gesammten Nervensysteme die Zahl der einzelnen Ganglien sich vermindert, die Größe derselben aber zunimmt.

Bei allen Insecten oder Kerfthieren ist das Nervensystem im Allgemeinen nach demselben Typus gebildet, wie in der vorigen Classe der Thiere; auch erleidet dasselbe, gerade wie bei den Crustaceen, in den verschiedenen Wachsthumsepochen verschiedene Grade von Umbildung. Als Beispiel wollen wir das Nervensystem eines bekannten Dämmerungsschmetterlings, des Sphinx ligustri, wählen; die Figuren 282, 283, 284 *)

*) Diese Figuren sind von H. Newport nach Originalpräparaten, die er selbst verfertigt hatte, gezeichnet worden. In jeder derselben wurden die nämlichen Organe mit den nämlichen Zahlen

stellen daſſelbe in natürlicher Größe dar, wie es ſich in dem Raupen-, Puppen- und Schmetterlingszuſtand dieſes Thiers, und ganz befreit von den umgebenden Theilen, zeigt.

---

bezeichnet, ſo daß, wenn man die Figuren mit einander vergleicht, man ſich einen Begriff von der, nach den Hauptverwandlungsperioden des Inſectes verſchiedener Größe und Lage derſelben machen kann. Die Ziffern 1 bis 11 bezeichnen die Reihe von Ganglien, welche längs der untern Seite des Körpers und unterhalb des Nahrungskanals gelegen ſind. Die erſten fünf derſelben ſind die Bruſt- und die letzten ſechs die Unterleibsganglien; das Kopf- oder Gehirnganglion (17) dagegen liegt über der Speiſeröhre und dem Rückengefäß, und ſteht durch zwei Nervenſtränge mit dem erſten Ganglion (1) der vorigen Reihe, mit dem ganglion sub-oesophageale (Unter-Speiſenröhre-Ganglion) in Verbindung; letzteres iſt in jedem Entwickelungszuſtand des Inſectes in ſeinem Kopfe gelegen, und verſieht alle um das Maul oder dem Rüſſel herum gelegene Theile mit Nervenäſten. In der letzten Uebergangsperiode von der Puppe zum Schmetterling verſchwindet das zunächſt gelegene Ganglion (2); das dritte bleibt beſtändig, aber die zwei darauf folgenden (4, 5) verſchmelzen mit einander, um im Schmetterlinge das breite Bruſtganglion zu bilden; die nächſten dagegen (6 u. 7) gehen wieder ganz ein, ehe das Inſect zum Schmetterlinge wird, während zugleich die Verbindungsfäden kürzer, und ſammt den Nerven, welche ſie ausſenden, nach vorwärts geſchoben werden. Die letzten vier (8, 9, 10, 11) Abdominal- oder Unterleibsganglien, bleiben mit einer nur geringen Modification, in allen Entwickelungsſtadien gleich, und geben im Raupenzuſtande die Nerven für die falſchen Füße ab. Die Nervenäſte (12, 13), welche an die Flügel des vollkommenen Inſectes gehen, ſind im Larvenzuſtande außerordentlich klein, und entſpringen mit zwei Wurzeln, deren eine vom Verbindungsfaden, der andere vom Nervenknoten ausgeht. Die Nervenfäden, welche ſie an die drei vorderen oder wahren Füße abgeben, ſind mit 14, 15 und 16 bezeichnet worden.

Das Nervenſyſtem der Larve findet ſich in Fig. 282, das der Puppe in Fig. 283, das des vollkommenen Inſectes in Fig. 284, dargeſtellt. Man wird aus dieſen Figuren erſehen, daß in der Puppe die Unterleibsganglien nur wenig umgeändert werden; die mehr nach vorwärts gelegenen derſelben (6, 7) werden jedoch dadurch näher aneinander gerückt, daß der verbindende Nervenſtrang ſich verkürzt, und ſo ihr gänzliches Verſchwinden im voll-

Im Raupen- oder Larvenzustand hat das Nervensystem dieselbe einfache Form, wie bei den Anneliden, oder bei Talitrus, und besteht aus einer Längereihe von Ganglien, gewöhnlich zwölf oder dreizehn an der Zahl, die ihrer ganzen Länge nach durch einen zweifachen Nervenfaden mit einander verbunden werden. Allmählig nähern sich die verschiedenen einzelnen Theile des Systems; die Brustganglien insbesondere verschmelzen zu größeren Massen, und werden weniger zahlreich; einige derselben verschwinden ganz; dadurch verkürzt sich die Länge des ganzen Stranges, und die Bauchganglien werden vorwärts geschoben. Bei den letzteren Verwandlungsstufen nehmen die Sehnerven bedeutend an Umfang zu, so daß oft ein einzelner derselben größer ist, als das gesammte Gehirn. Auch hat man Nerven entdeckt, deren Verlauf eigenthümlich ist, und die dem sympathetischen oder Ganglien-Nervensystem der Wirbelthiere zu entsprechen scheinen; ein anderer Nerve dagegen gleicht in der Art seiner Vertheilung mehr dem par vagum, dem sogenannten Lungenmagennerven. Ganz neuerlichst hat Herr Newport noch besondere Nervenstränge dargestellt, von welchen, wie er glaubt, die Bewegungsnerven entspringen, während von dem darunter gelegenen Strange die Empfindungsnerven ausgehen sollen.

In der nächsten großen Abtheilung des Thierreichs, wohin

---

kommenen Insecte gleichsam vorbereitet, welche Metamorphose die oberen dieser Ganglien (4, 5) bereits erlitten haben Die allmälige Entwicklung der Augen- (18) und Antennennerven (19) läßt sich gleichfalls bemerken. H. Newport hat ferner auch eine Reihe von Nerven (20) abgebildet, welche mit besonderen Wurzeln entspringen, und die, wie er ohne Ausnahme fand, sich an die Athmungswerkzeuge vertheilen.

Eine in's Einzelne gehende Beschreibung der Anatomie des Nervensystems von Sphinx ligustri, und der Veränderungen, welche dasselbe in gewissen Entwickelungsperioden erfährt, gab H. Newport in der Philos. Trans. für 1832, S. 383. Später hat derselbe seine Beobachtungen über die letzte Verwandlung dieses und anderer Insekten noch mehr vervollständigt, und in einer Abhandlung der königlichen Societät vorgelegt.

alle molluskenartige Thiere gehören, zeigen die Nervenganglien eine ringförmige, statt wie bisher eine der Länge nach verlaufende Anordnung. Das erste Beispiel dieser Form finden wir in den Seesternen (Asteriae) wo das Nervensystem von kleinen Ganglien gebildet wird, die, in gleicher Anzahl wie die Strahlen des Thiers vorhanden, in der Art die Mundöffnung desselben umgeben, daß je zwischen zwei Strahlen eins derselben zu liegen kommt. Von beiden Seiten eines jeden dieser Nervenknoten entspringt ein Nervenfaden, und verläuft an der entsprechenden Seite des Strahls hin, so daß also ein jeder dieser letzteren ein Paar jener Nervenfäden erhält. Die Holothurien haben einen ähnlichen Ganglienring, der die Speiseröhre umgiebt. Dieselbe Bildungsform trifft man auch bei allen zweischaaligen Molusken an, nur mit dem Unterschiede, daß diese Thiere außer jenen Speiseröhrenganglien in verschiedenen Theilen ihres Körpers noch andere besitzen, welche an die Eingeweide Zweige abgeben, und durch Nervenfäden theils mit den Ganglien der Speiseröhre, theils unter sich verbunden sind, so daß sie auf diese Weise ein zusammenhängendes Nervensystem bilden. Bei denjenigen Gasteropoden, welche einen gesonderten Kopf und höhere Sinnesorgane haben (wie dies bei Aplysia der Fall ist, findet sich ein in der Regel eigenes Kopfganglion, von welchem man vermuthen kann, es verrichte die Functionen eines Gehirns. In andern Gattungen dagegen, wie bei Patella, läßt sich ein Kopfganglion kaum erkennen und unterscheiden; sein Platz wird von zwei seitlichen Nervenknoten eingenommen, und außerdem findet sich auch noch ein querliegendes Ganglion, unterhalb der Speiseröhre. Bei den Cephalopoden dagegen erreicht das Kopfganglion eine beträchtliche Größe, und hat zahlreiche Verbindungen mit allen Organen des Kopfes; die Sehnervenknoten insbesondere sind von einem sehr ansehnlichen Umfang, und jedes einzelne derselben übertrifft selbst das Gehirn an Größe *).

*) Einige Eigenthümlichkeiten in der Bildung des Kopfganglions der Sepia, oder des Tintenfisches, scheinen eine Annäherung zu

§. 2. Nervensystem der Wirbelthiere.

Die charakteristische Form des Nervensystems der Wirbelthiere besteht in einem verlängerten Cylinder von Nervenmasse, der sich den Rücken hinab erstreckt; und in einem Canale aufgenommen ist, der von den Aushöhlungen und Bogen der Wirbel gebildet wird (Fig. 289). Man nennt diese Nervenmasse das Rükkenmark, oder besser den Rückenmarksstrang. Letzterer wird von sechs parallel verlaufenden Nervenbündeln zusammengesetzt, nämlich je von zwei hinteren, mittleren und vorderen, die, obgleich genau mit einander vereinigt, häufig in der Mitte einen Canal bilden, der mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Von jeder Seite des Rückenmarks entspringt eine Reihe von Nervenpaaren, die sodann zwischen den sämmtlichen Wirbeln hindurchgehen; jene Nerven, deren Wurzeln mit den hinteren (P) Rückenmarkssträngen zusammenhängen, dienen ausschließlich der Empfindung, während diejenigen, welche von den vorderen (A) Strängen entspringen, für die willkührliche Bewegung bestimmt sind. Die ersteren bilden, gleich nachdem sie aus dem Rückenwirbelkanale hervorgetreten sind, ein kleines Ganglion (G), vereinigen sich sodann mit denjenigen Nerven, welche von den vorderen Strängen entspringen, und bilden durch Vermischung ihrer beiderseitigen Fasern einen einfachen Nervenstamm (N), der sich in seinem weiteren Verlaufe wieder theilt und verästelt, und so die Muskeln und die empfindenden Organe des Körpers mit Nervenfäden versieht. Jeder dieser Rückenmarksnerven giebt an die Ganglien des sympathetischen Nerven Zweige ab, welcher, wie früher schon beschrieben wurde, nahe und parallel an jeder Seite des Rückenmarkcanals herab verläuft.

An denjenigen Stellen des Rückenmarks, aus welchen die Nerven für die Glieder entspringen, finden sich Anschwellungen

---

der den Wirbelthieren eigenen Form andeuten zu wollen; denn dieses Ganglion ist sammt dem Labyrinthe des Ohrs in einen knorpelartigen Ring eingeschlossen, der in der Mitte durchbohrt ist, um die Speiseröhre durchzulassen und den man sich als ein Analogon das Schädels vorstellen kann.

alle molluskenartige Thiere gehören, zeigen die Nervenganglien eine ringförmige, statt wie bisher eine der Länge nach verlaufende Anordnung. Das erste Beispiel dieser Form finden wir in den Seesternen (Asteriae) wo das Nervensystem von kleinen Ganglien gebildet wird, die, in gleicher Anzahl wie die Strahlen des Thiers vorhanden, in der Art die Mundöffnung desselben umgeben, daß je zwischen zwei Strahlen eins derselben zu liegen kommt. Von beiden Seiten eines jeden dieser Nervenknoten entspringt ein Nervenfaden, und verläuft an der entsprechenden Seite des Strahls hin, so daß also ein jeder dieser letzteren ein Paar jener Nervenfäden erhält. Die Holothurien haben einen ähnlichen Ganglienring, der die Speiseröhre umgiebt. Dieselbe Bildungsform trifft man auch bei allen zweischaaligen Molusken an, nur mit dem Unterschiede, daß diese Thiere außer jenen Speiseröhrenganglien in verschiedenen Theilen ihres Körpers noch andere besitzen, welche an die Eingeweide Zweige abgeben, und durch Nervenfäden theils mit den Ganglien der Speiseröhre, theils unter sich verbunden sind, so daß sie auf diese Weise ein zusammenhängendes Nervensystem bilden. Bei denjenigen Gasteropoden, welche einen gesonderten Kopf und höhere Sinnesorgane haben (wie dies bei Aplysia der Fall ist, findet sich ein in der Regel eigenes Kopfganglion, von welchem man vermuthen kann, es verrichte die Functionen eines Gehirns. In andern Gattungen dagegen, wie bei Patella, läßt sich ein Kopfganglion kaum erkennen und unterscheiden; sein Platz wird von zwei seitlichen Nervenknoten eingenommen, und außerdem findet sich auch noch ein querliegendes Ganglion, unterhalb der Speiseröhre. Bei den Cephalopoden dagegen erreicht das Kopfganglion eine beträchtliche Größe, und hat zahlreiche Verbindungen mit allen Organen des Kopfes; die Sehnervenknoten insbesondere sind von einem sehr ansehnlichen Umfang, und jedes einzelne derselben übertrifft selbst das Gehirn an Größe *).

*) Einige Eigenthümlichkeiten in der Bildung des Kopfganglions der Sepia, oder des Tintenfisches, scheinen eine Annäherung zu

§. 2. Nervensystem der Wirbelthiere.

Die charakteristische Form des Nervensystems der Wirbelthiere besteht in einem verlängerten Cylinder von Nervenmasse, der sich den Rücken hinab erstreckt; und in einem Canale aufgenommen ist, der von den Aushöhlungen und Bogen der Wirbel gebildet wird (Fig. 289). Man nennt diese Nervenmasse das Rükkenmark, oder besser den Rückenmarksstrang. Letzterer wird von sechs parallel verlaufenden Nervenbündeln zusammengesetzt, nämlich je von zwei hinteren, mittleren und vorderen, die, obgleich genau mit einander vereinigt, häufig in der Mitte einen Canal bilden, der mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Von jeder Seite des Rückenmarks entspringt eine Reihe von Nervenpaaren, die sodann zwischen den sämmtlichen Wirbeln hindurchgehen; jene Nerven, deren Wurzeln mit den hinteren (P) Rückenmarkssträngen zusammenhängen, dienen ausschließlich der Empfindung, während diejenigen, welche von den vorderen (A) Strängen entspringen, für die willkührliche Bewegung bestimmt sind. Die ersteren bilden, gleich nachdem sie aus dem Rückenwirbelkanale hervorgetreten sind, ein kleines Ganglion (G), vereinigen sich sodann mit denjenigen Nerven, welche von den vorderen Strängen entspringen, und bilden durch Vermischung ihrer beiderseitigen Fasern einen einfachen Nervenstamm (N), der sich in seinem weiteren Verlaufe wieder theilt und verästelt, und so die Muskeln und die empfindenden Organe des Körpers mit Nervenfäden versieht. Jeder dieser Rückenmarksnerven giebt an die Ganglien des sympathetischen Nerven Zweige ab, welcher, wie früher schon beschrieben wurde, nahe und parallel an jeder Seite des Rückenmarkcanals herab verläuft.

An denjenigen Stellen des Rückenmarks, aus welchen die Nerven für die Glieder entspringen, finden sich Anschwellungen

---

der den Wirbelthieren eigenen Form andeuten zu wollen; denn dieses Ganglion ist sammt dem Labyrinthe des Ohrs in einen knorpelartigen Ring eingeschlossen, der in der Mitte durchbohrt ist, um die Speiseröhre durchzulassen und den man sich als ein Analogon das Schädels vorstellen kann.

desselben (W u. L, Fig. 289), deren Durchmesser im Verhältniß zu der Größe der Gliedmaßen steht, zu denen die Nerven gehen. Bei den Schlangen, welche keine Extremitäten besitzen, zeigt der Rückenmarksstrang nirgends eine Anschwellung, und ist durchaus von gleicher Dicke. Bei den Fischen scheinen jene Anschwellungen in einem besonderen Verhältniß zu den Bewegungs- und Empfindungsorganen zu stehen, und diesen in ihrer Lage zu entsprechen. So finden wir bei Triglia lyra und bei Triglia gurnardus am Anfange des Rückenmarks zahlreiche Anschwellungen, die eine doppelte Reihe von Knoten bilden Die Nerven, welche aus diesen Knoten entspringen, gehen an die Tastorgane jener Fische, welche vor der Brustflosse gelegen sind. Fische, die mit elektrischen Organen versehen sind, zeigen sehr bedeutende Anschwellungen des Rückenmarks gerade in der Gegend, wo die Nerven für jene Organe ihren Ursprung nehmen. Vögel, welche einen unvollkommenen Flug haben, wie die hühnerartigen und die Klettervögel, zeigen unten oder hinten eine viel größere Anschwellung als vorn oder oben; ein Mißverhältniß, das man beim Strauß am stärksten beobachtet. Dagegen findet man bei denjenigen Vögeln, welche eine gewaltige Flugkraft besitzen, die vorderen Anschwellungen um vieles beträchtlicher als die hinteren. Bei der Taube zeigen jene Anschwellungen, welche den Flügeln und Füßen entsprechen, nahe zu die gleiche Größe. Bei den Vierfüßern finden wir gleichfalls die relative Größe jener Anschwellungen den vorderen und hinteren Extremitäten entsprechend; wo die letzteren fehlen, wie bei den verschiedenen Walfischarten, beobachtet man gar keine hintere Anschwellung.

Das Gehirn (Fig. 289 B) kann man als eine Anschwellung des vorderen oder oberen Endes des Rückenmarks betrachten; seine Größe sowohl, als der relative Umfang seiner einzelnen Theile varirt sehr nach den verschiedenen Classen und Familien der Wirbelthiere.

Denjenigen Theil (M) des Gehirns, der als eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarks (S) erscheint, nennt man das verlängerte Mark, medulla oblongata. Jene einzelne An-

schwellung (C), die durch eine Ausdehnung der hinteren Stränge des Rückenmarks gebildet wird, heißt das kleine Gehirn, cerebellum. Hierauf folgen ein Paar Knoten (T), die den Namen Sehehügel, tubercula optica oder lobi optici*), führen, und Fortsetzungen der mittleren Stränge des Rückenmarkes zu seyn scheinen. Nach ihnen kommt ein anderes Paar von Anschwellungen (H), Hirnhalbkugeln oder Hemisphären genannt, deren Ursprung sich bis in die vorderen Rückenmarksstränge verfolgen läßt. Vor diesen Hirnhemisphären findet man gewöhnlich noch ein weiteres Paar von Knoten (O), welche, da sie in Verbindung mit den Geruchsnerven stehen, den Namen Riechkolben, lobi olfactorii**), erhalten haben. Dies sind die Hauptorgane der Gehirnmasse, von denen in dem Folgenden näher gehandelt werden wird. Denn absichtlich unterlasse ich die Aufzählung und Angabe kleinerer Organe, welche, ob sie gleich Gegenstände der höchsten Beachtung der Anatomen gewesen sind, dennoch leider zum Verständniß der Lebensverrichtungen dieses wundervollen und sehr zusammengesetzten Gebildes nichts beitragen können.

Vergleicht man die relativen Größenverhältnisse des Gehirns und des Rückenmarks in den vier Classen der Wirbelthiere, so zeigt sich eine allmählige Zunahme des Umfangs des ersteren, wenn wir von den Fischen zu den Reptilien, Vögeln und Säugethiere aufsteigen. Diese Vergrößerung des Gehirns entspringt hauptsächlich von der Ausdehnung der Gehirnhemisphären (H), welche in den niederen Ordnungen der Fische, wie bei Triglia lyra und bei Muraena conger noch kaum unterschieden werden konnten. Sie sind noch sehr klein bei Perca fluviatilis, dem gemeinen Barsen; finden sich aber schon mehr entwickelt bei

*) Bei den Säugethieren und dem Menschen werden diese Knoten öfters mit dem unpassenden Namen der Vierhügel, corpora quadrigemina, bezeichnet.

**) Einige Höhlen, welche man Ventrikel, ventriculi, nennt, werden zuweilen in dem Innern mehrerer der hauptsächlichsten Anschwellungen des Gehirns gefunden; ihre Verrichtungen jedoch sind gänzlich unbekannt.

Testudo mydas, der grünen Schildkröte und beim Krokodile; noch größer sind sie bei den Vögeln; am größten trifft man sie aber bei den sämmtlichen Säugethieren an. Dagegen sind die Sehehügel (tubercula optica) im Vergleiche zu dem übrigen Gehirne bei den Fischen am größten, und ihre relative Größe nimmt ab, wie wir zu den Säugethieren aufsteigen. Dasselbe Verhältniß beobachtet man auch bei den Riechkolben, lobi olfactorii.

Der verschiedene Grad von Entwickelung der einzelnen Organe des Gehirns übt den größten Einfluß auf die relative Stellung und Lage derselben aus. Bei den Fischen liegen auch alle jene Knoten, welche ihr Gehirn bilden, nahe zu in einer geraden Linie mit dem Rückenmark, dessen Fortsetzung sie bilden, und da sie kaum seinen Durchmesser überschreiten, so erscheinen sie auch nur als einfache Anschwellungen desselben. Da die Schädelhöhle dieser Thiere merklich größer ist, als das Gehirn, so füllt dieses jene nicht aus, sondern läßt einen ziemlichen Raum leer, der von einer Flüssigkeit eingenommen wird. Doch läßt sich schon beim Gehirn des Barsen ein gewisser Grad von Zusammendrängung nicht verkennen, denn das verlängerte Mark ist wie unter das kleine Gehirn hinunter geschoben, drückt es in die Höhe und macht, daß dasselbe mehr als die übrigen Gehirnknoten hervorragt. Dieses Einwärtsfalten und Zusammendrängen der ganzen Gehirnmasse nimmt in dem Grade zu, als wir die Bildungsform des Gehirns aufwärts verfolgen. Im Vogelgehirne verlassen die Sehehügel ihre frühere Lage; sie rücken herab, nehmen eine mehr seitliche, der Unterfläche des Gehirns nahe gelegene, Stellung an. Bei den Säugethieren, wie beim Löwen, finden sie sich ganz in das Innere des Gehirns aufgenommen, und von den sehr entwickelten Hemisphären verdeckt. Diese Lagenveränderungen sind Folgen der immer mehr zunehmenden Entwickelung des Gehirns, verglichen mit der Schädelhöhle, in welcher es enthalten ist, wodurch die Nothwendigkeit einer enger gedrängten Anordnung der einzelnen Organe entsteht. Aus diesem Grunde müssen sich die Hemisphären wegen der allzu großen Ausdehnung, welche sie

bei den Säugethieren erreichen, abplatten und zusammenfalten, wodurch an der Oberfläche des Gehirns sonderbare Windungen und Falten, gyri cerebri, entstehen, die jedoch bei den niederen Ordnungen derselben Classe noch nicht vorhanden sind. Die Zusammenfaltungen der Substanz des kleinen Gehirns bringen auf ähnliche Art, und selbst schon in den Vögeln, Querfurchen auf der Oberfläche desselben hervor, und durch die Einlagerung einer Substanz von grauer Farbe zwischen die Blätter des weißen Markstoffs zeigt ein senkrechter Durchschnitt des kleinen Gehirns sonderbar verästelte Figuren, welche man, wegen ihrer entfernten Aehnlichkeit mit einem Baum, den Lebensbaum, Arbor vitae, nennt.

Unterdessen konnten wir in der Entwicklung und Zusammendrängung der einzelnen Organtheile des Gehirns eine allmählige, gradweise Steigerung derselben verfolgen; gelangen wir nun aber zum Menschen, so wird der Zusammenhang der Reihe plötzlich unterbrochen durch die außerordentliche Ausdehnung der Hemisphären (Fig. 301), welche, verglichen mit denen der Vierfüßer, in gar keinem Verhältnisse mehr zum übrigen Nervensystem stehen. Aristoteles und Plinius haben den Satz aufgestellt, daß die absolute eben so wohl, als die relative Größe des menschlichen Gehirns die aller andern bekannten Thiere übertreffe; Elephanten und Walfische machen jedoch eine Ausnahme von diesem Gesetze, da ihre Gehirne ein größeres absolutes Gewicht und Volumen besitzen, als das des Menschen. Alle jene großen Thiere aber, welche wir zu unsern Hausthieren gemacht haben, besitzen bedeutend kleinere Gehirne, wie sich aus einer genauen Untersuchung ihrer Schädelhöhlen ergiebt, die enge und gerade an dem Theile abgeplattet sind, wo das Gehirn seinen Sitz hat, während der größere Theil ihres Kopfes von den Kinnladen und den Gesichtsknochen eingenommen wird. Beim Menschen dagegen steigen die Knochen des Schädels von der Stirne an fast senkrecht in die Höhe, und dehnen sich nach beiden Seiten aus, so daß sie eine sehr geräumige, rundliche Höhle zur Aufnahme und zum Schutze dieses wichtigsten Organs bilden. Es ist hauptsächlich die Aus-

dehnung der Hemisphären und die Entwickelung ihrer Windungen, welche beim Gehirne des Menschen die so bedeutende Zunahme seines Volumens hervorbringen *).

§. 3. Von den Verrichtungen des Gehirns.

Die Physiologen aller Zeiten haben sich eifrigst bemüht, die Verrichtungen des Gehirns durch haarscharfe Untersuchung seiner anatomischen Beschaffenheit und Zusammensetzung aufzuklären, wobei sie fanden, daß dasselbe aus einer Masse von Markfasern bestehe, welche auf die dunkelste und verwickeltste Art angeordnet sind. Man gab sich die größte Mühe, das Gewebe dieser Fasern zu entwirren, in der Hoffnung, irgendwo

*) Dies erhellt sogleich bei einem senkrechten Durchschnitt des menschlichen Gehirns; Fig. 304; wo, wie in den früheren Abbildungen, S, das Rückenmark bezeichnet, M, Das verlängerte Mark, C, das kleine Gehirn mit dem Lebensbaum; T, die Sehehnoten, oder corpora quadrigemina, die, verglichen mit dem Umfang, welchen sie bei den Fischen haben, hier sehr klein und zusammengeschwunden erscheinen; P, die Zirbeldrüse, glandula pinealis, von der Des Cartes vermuthete, das sie der Sitz der Seele sei, V, eine der seitlichen Ventrikel; Q den Gehirnbalken oder das corpus callosum; und H, H, H die Gehirnhemisphäre.

Um die relative Größe des Gehirns in den verschiedenen Gattungen der Thiere messen und daraus Schlüsse über die Beständigkeit des Verhältnisses ziehen zu können, welches man zwischen dem größeren Umfange dieses Organs und dem Besitze höherer Vermögen vermuthete, hat man mehrere Mittel und Methoden vorgeschlagen. Die berühmteste derselben wurde von Camper entdeckt, und Gesichtswinkel, angulus facialis genannt. Sie besteht aus zwei Linien, deren eine in der Richtung des Schädelgrundes, vom Gehörgange an bis zu den Wurzeln der obern Schneidezähne, die zweite von dem letzten Punkte an bis zu dem am meisten hervorragenden Theile der Stirne verläuft. Camper glaubte, die Größe dieses Winkels werde dem Umfange des Gehirns, verglichen mit den hauptsächlichsten Sinnesorganen welche das Gesicht zusammensetzen, genau entsprechen, allein es wurde bald in einer Menge von Fällen das Trügerische dieses Criteriums des thierischen Verstandes nachgewiesen.

ersten Schlüssel zum räthselvollen Geheimnisse seiner Organisation zu entdecken. Allein beinahe Alles, was die sorgfältigste Untersuchung und Zergliederung gelehrt haben, besteht darin: daß die Gehirnfasern mit denjenigen Nervenfasern, von welchen die Rückenmarksstränge gebildet werden, auf's Genauste zusammenhängen und ineinander übergehen; daß sie in ihrem Verlaufe durch Nervenmassen hindurchsetzen, welche den Ganglien analog zu seyn scheinen, und daß sich ihre letzten Endigungen bis zur Oberfläche der Falten und Windungen des großen und kleinen Gehirns erstrecken, welche aus einer weichern, mehr durchsichtigen, graulichen Masse bestehen, welche man die graue oder Rindensubstanz des Gehirns zu nennen pflegt.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, daß die Wirbelthiere alle jene Organe, welche den Sinnesverrichtungen und dem Willen dienen, doppelt besitzen; und zwar gleicht das Organ der einen Seite dem der andern in allen Stücken. Wir sehen dies an den Augen, den Ohren, den Gliedern und allen andern Organen der willkührlichen Bewegung; eben so sind auch alle Theile des Nervensystems, welche mit diesen Organen und ihren Verrichtungen in Verbindung stehen, zweifach vorhanden, und symmetrisch auf beiden Seiten des Körpers vertheilt und angelagert. Dasselbe Gesetz der Symmetrie dehnt sich auch auf das Gehirn aus, und jeden Theil dieses Organs den man auf der einen Seite findet, trifft man auch wieder auf der andern Seite an; so daß man eigentlich sagen kann, wir besitzen zwei Gehirne, so gut, als wir zwei Sehenerven und zwei Augen haben. Damit aber diese zwei Reihen von Nervenfasern mit einander wirken können, und entsprechend der Einheit unseres individuellen Selbstbewußtseyns, nur ein einziges Organ für Empfindung und Wahrnehmung darstellen; war es nothwendig, zwischen den Organen beider Seiten eine ganz freie und ungehinderte Wechselwirkung einzurichten. Diesen Zweck erfüllt nun auch eine Anzahl von Markfasern, welche unmittelbar und quer von einer Hälfte des Gehirns zur andern hinüber gehen, und Verbindungsfasern, commissurae cerebri, genannt werden. *)

*) Das hauptsächlichste Verbindungsorgan, commissura, des mensch-

Nach allem dem kommt man immer wieder zu der Frage zurück: welches Verhältniß besteht zwischen dieser so künstlichen Verwebung und Anhäufung von Nervenfasern und jenen geistigen Verrichtungen des Denkens, Urtheilens und Wollens, des Gedächtnisses und der Einbildungskraft, deren wir uns bewußt sind? Gibt es besondere Oertlichkeiten und Organe für unsere verschiedenen Ideen in dem Vorrathshause der Gehirnhemisphären, und combiniren sich letztere durch den materiellen Weg der Verbindungsfasern? Kann man, wie dies früher geschah, die geistigen Erscheinungen als Wirkungen eines äußerst feinen Fluidums der thierischen Geister betrachten, die mit der größten Schnelligkeit in unsichtbaren Kanälen der Nervensubstanz sich bewegen; oder sollen wir mit Hartley annehmen, sie seyen das Resultat kleinerer und größerer Schwingungen, welche in bestimmter Folgereihe die feinen Fäden dieses geheimnißvollen Gewebes erzittern machen? Doch, schon ein kurzes Nachdenken wird uns die Ueberzeugung aufdringen, daß diese und alle anderen mechanischen Erklärungsarten, möge sie auch die erfindungsreichste Phantasie geschaffen haben, durchaus nicht im Stande sind, uns der Lösung jener Schwierigkeiten auch nur um einen Schritt näher zu bringen; denn die Hauptfrage, welche sie nicht einmal berühren, bleibt immer die: wie es möglich sey und zugehe, daß eine materielle Substanz und ein nicht materielles Agens wechselsweise auf einander einwirken können. Alles, was bis jetzt zur Lösung dieser Frage erreicht wurde, besteht darin, daß wir den Weg bezeichnen können, auf welchem Sinnes-

---

lichen Gehirns, welches man den Gehirnbalken, corpus callosum, nennt, sieht man bei Q in Fig. 301. Dr. Macartney beschrieb in einer Abhandlung, welche er in der letzten Versammlung der British Association for the Advancement of Science zu Cambridge vorlas, die anatomische Zusammensetzung des Gehirns, nach der von ihm entdeckten Art von Zergliederung, viel zusammengesetzter, als man gewöhnlich annimmt. Er beobachtete, daß die Fasern desselben auf die künstlichste Art mit einander verschlungen sind, wodurch sie dem Nervenplexus gleichen, und eine höchst ausgebreitete und allgemeine Verbindung zwischen allen Organen der Gehirnmasse hergestellt wird.

eindrücke durch den leitenden Nerven auf das Sensorium übergetragen werden: über allem Näheren aber liegt tiefes Dunkel, und es ist unmöglich, den Denkprozeß weiter als bis auf diesen Punkt zu verfolgen.

Die Physiologen haben sich oft angestrengt, den örtlich beschränkten Sitz des Sensoriums ausfindig zu machen und näher zu bestimmen. Nach den neuesten Untersuchungen scheint es erwiesen zu seyn, daß der Sitz des Sensoriums nicht als in der ganzen Masse des Gehirns verbreitet angesehen werden kann, sondern sich vorzugsweise auf die unteren Theile, oder die Basis jenes Organs beschränkt. Doch scheint dieser Sitz in den verschiedenen Thierklassen selbst wieder ein verschiedener zu seyn Beim Menschen und den ihm zunächst stehenden Säugethieren nimmt er die Gegend des verlängerten Markes und wahrscheinlich diejenige Stelle ein, an der sich, nach anatomischen Untersuchungen, die meisten Sinnesnerven endigen. Bei den unteren Thierklassen ist er nicht auf diese Oertlichkeit beschränkt, sondern erstreckt sich bis zu dem oberen Theile des Rückenmarks selbst. Wie wir noch weiter in der Stufenreihe des Thierreichs herabsteigen, finden wir jenen Sitz mehr und mehr über das gesammte Rückenmark verbreitet, und bei den wirbellosen Thieren endlich scheinen die einzelnen Ganglien mit dem sensoriellen Vermögen begabt zu seyn. In dem Grade aber, als jene Ganglien immer weniger in einzelne Massen zusammengedrängt sind, hört auch der Charakter der Individualität auf, mit den sensoriellen Erscheinungen verbunden zu seyn, bis zuletzt in den Zoophyten alle Spuren von Ganglien und Nervenfasern verschwinden, und jeder einzelne Theil eben so wohl mit dem Vermögen Eindrücke aufzunehmen, als mit der Fähigkeit, willkürliche Bewegungen auszuführen, begabt erscheint.

Ueber diesen Punct hinaus können wir von der Anatomie keine weitere Aufschlüsse hernehmen, weil die geistigen Verrichtungen, deren wir uns bewußt sind, durchaus keine erkennbare Aehnlichkeit mit der Form und Wirkung irgend einer materiellen Substanz darbieten. Denn obgleich das Gehirn mit in die Augen fallender Planmäßigkeit gebildet und aus einer Menge der

sonderbarst gearbeiteten Organe zusammengesetzt ist; so sind wir doch durchaus unvermögend, die Absicht zu errathen, nach welcher sie geformt wurden, noch den entferntesten Zusammenhang zu begreifen, der zwischen ihrer Gestaltung und ihren Verrichtungen besteht. Die Karte von Ortsgegenden, welche moderne Phrenologen auf der Oberfläche des Schädels zeichneten und mit der sie den Sitz der verschiedenen geistigen Fähigkeiten, Neigungen und Triebe angegeben zu haben glauben, stimmt weder mit der natürlichen anatomischen Eintheilung des Gehirns, noch mit der philosophischen Classification unserer geistigen Vermögen überein. *) Versuche und pathologische Beobachtungen scheinen jedoch zu der wahrscheinlichen Vermuthung zu berechtigen, daß die Gehirnhemisphären die Hauptwerkstätten der geistigen Thätigkeiten seyen; daß die Centraltheile des Gehirns, wie die Sehnervenhügel und das verlängerte Mark, vorzugsweise dem Empfindungsvermögen dienen; und daß das kleine Gehirn das Hauptorgan für die willkürliche Bewegung darstelle.

§. 4. Vergleichende Physiologie des sinnlichen Wahrnehmungsvermögens.

Unsere Kenntnisse von den Sinneswahrnehmungen der niederen Thiere, und von den Gesetzen, nach welchen sie vor sich gehen, müssen natürlicher Weise höchst unvollkommen seyn, weil sie nur aus der Vergleichung mit den Resultaten unserer eigenen Sinnesthätigkeiten hergeleitet werden können, welche vielleicht von denen der Thiere, die wir beobachten, sehr wesentlich abweichen. Dasselbe Organ, welches für uns eine Quelle ganz bestimmter Gefühle ist, kann durch eine etwas modifizirte

*) Wegen einer gedrängten Darstellung der Lehren Gall's und Spurzheim's muß ich bitten, den Leser auf einen Aufsatz verweisen zu dürfen, den ich schon vor einigen Jahren für die Encyclopaedia Britanica verfaßte, und der sich unter dem Artikel „Crainoscopie" in dem jüngst von H. Napier herausgegebenen Supplementbande zu diesem Werke befindet.

Bildung in den Thieren ganz verschiedene Arten von Empfindungen und Wahrnehmungen hervorbringen, von denen wir durchaus nicht im Stande sind, uns irgend eine entsprechende Vorstellung zu machen. Manche Eigenschaften der uns umgebenden Körper, welche unseren stumpferen Sinnen entschlüpfen, können möglicher Weise von besonderen Ordnungen der Thiere, die mit feineren Organen ausgerüstet sind, in allen ihren Abstufungen noch deutlich wahrgenommen werden. Manche Vierfüßer und Vögel besitzen eine Sehkraft, die unendliche Male stärker und schärfer ist, als die unsrige; in der Feinheit des Gehörs werden wir von einer großen Anzahl von Thieren übertroffen, und es gibt nur wenige vierfüßige Thiere, die nicht auch einen feineren Geruch und Geschmack hätten, als der Mensch. Das Geruchsorgan insbesondere ist bei denselben oft über eine sehr beträchtliche Oberfläche ausgebreitet und nimmt den größten Theil des Kopfes ein, so daß die Wahrnehmungen dieses Sinnes ausserordentlich verschiedenartig seyn müssen.

Von den Fledermäusen vermuthete man, daß sie einen besondern, sechsten, Sinn besitzen, der sie fähig mache, die Lage und Stellung äußerer Gegenstände ohne Hülfe des Gesichts oder Tastsinnes zu erkennen. Die hauptsächlichsten Thatsachen, auf welche diese Meinung gegründet wurde, sind von Spallanzani entdeckt worden, welcher beobachtete, daß diese Thiere im dunkelsten Zimmer, in welchem man absichtlich verschiedene Hindernisse angebracht und ihnen in den Weg gestellt und gehenkt hatte, sehr schnell herumflattern konnten, ohne sich an jenen Hindernissen zu stoßen oder sie auch nur zu berühren. Ja, sie setzten ihren Flug mit derselben Genauigkeit selbst dann noch fort und verfolgten ihren Weg durch die engsten Gänge, wenn ihre Augen vollkommen bedeckt oder sogar zerstört waren. Jurine, welcher manchfache Versuche mit diesen Thieren anstellte, schließt aus denselben, daß weder der Tastsinn, noch das Gehör, noch der Geruch das Medium seyen, durch welches die Fledermäuse Anwesenheit und Lage der umgebenden Körper gewahr würden. Er schreibt dagegen diese außerordentliche Fähigkeit der großen Sensibilität der Haut der obern Kinnlade, der Schnauze

und des äußeren Ohres zu, welche mit sehr beträchtlichen Nerven versehen sind. *)

Die wunderbare Schärfe und das feine Unterscheidungsvermögen, welches manche Thiere behufs der Auffindung und Auswahl ihrer Nahrung äußern, hat schon oft die Existenz neuer Sinne vermuthen lassen, verschieden von denen, welche wir besitzen, und ausgerüstet mit einer eigenthümlichen und unbekannten Art von Wahrnehmungsvermögen. So hat Jakobson **) in einer großen Anzahl von vierfüßigen Thieren ein Organ entdeckt, welches eine Sinnesfunction dieser Art zu verrichten scheint. Am menschlichen Skelette nämlich findet man einen engen Kanal an der Wölbung des Gaumens, gerade hinter den Wurzeln der Schneidezähne, der mit dem untern und vordern Theile der Nasenhöhle eine Verbindung herstellt. Diesen Kanal bemerkt man jedoch nur in den getrockneten Knochen; im lebenden Körper dagegen ist er vollkommen verschlossen durch eine Verlängerung der Schleimhaut der Mundhöhle, welche sich in denselben fortsetzt; bei den Vierfüßern dagegen bleibt dieser Kanal offen selbst während des Lebens, und besitzt zuweilen eine beträchtliche Weite. Als Jakobson die anatomische Beschaffenheit desselben genauer untersuchte, fand er, daß der Kanal zu zwei drüsigenartigen Organen von länglicher Form führe, und in eine knorpelichte Röhre eingeschlossen sey; jede dieser Drüsen hat in ihrer Mitte eine Höhle, welche aufwärts mit der Nasenhöhle in Verbindung steht. Diese Organe liegen in einer Aushöhlung des Knochens verborgen, wo sie gegen jede Verletzung sorgfältig geschützt sind, sie erhalten ferner eine auffallende Menge von Nerven und Blutgefäßen, und gleichen in dieser Beziehung den übrigen Sinnesorganen. Sie finden sich von gleicher Struktur und Beschaffenheit in allen vierfüßigen Thieren, welche bis jetzt untersucht worden sind; am weitesten sind diese Kanäle aber in der Familie der Nagethiere und nach die-

*) Sir Anthony Carlisle schreibt dieses Vermögen der außerordentlichen Feinheit der Gehörwerkzeuge jener Thiere zu.

**) Siehe Annales du Musée; XVIII. 412.

sen bei den Wiederkäuern; beim Pferde sind sie zwar auch sehr weit, aber nicht offen; bei den fleischfressenden Quadrupeden haben sie einen kleineren Durchmesser. Bei den Affen finden sie sich zwar noch angedeutet, sind aber ausserordentlich klein und bilden so das Uebergangsglied zu der menschlichen Species, wo, mit Ausnahme jener oben beschriebenen Oeffnung in den Knochen, jede Spur derselben verschwunden ist. Offenbar kann jeder Nutzen, den man diesen sonderbar gebildeten Organen zuschreiben will, nur eine reine Vermuthung seyn. Ihr großer Nervenreichthum scheint jedoch darauf hinzuweisen, daß sie irgend eine Sinnesfunction verrichten, und ihre anatomische Lage läßt vermuthen, daß sie zur Wahrnehmung von Dingen bestimmt sind, die, um als Futter zu dienen, in das Maul genommen wurden; aus welchem Allem es wahrscheinlich gemacht wird, daß die ihnen eigenthümliche Sinnesverrichtung in der nächsten Verwandtschaft mit denen des Geruchs- und Geschmacksorgans stehe.

Treviranus hat vermuthet, daß die grösseren Knorpelfische, wie die Rochen und Haye, einen besonderen Sinn besitzen, weil sie ein Organ von röhrichter Beschaffenheit oben auf dem Kopfe und unmittelbar unter den allgemeinen Bedeckungen haben. Roux glaubt, daß dieses Organ Empfindungen vermittle, die zwischen Gefühl und Gehör in der Mitte stehen; Blainville und Jakobson dagegen betrachten es rein nur als das Organ eines feineren Tastsinnes.

Die Sinnesverrichtungen der Insekten müssen eine sehr verschiedene und in manchen Beziehungen eine viel ausgebreitetere Sphäre umfassen, als unsere eigenen. Diese Thiere zeigen in ihren Handlungen, daß sie Veränderungen in der Atmosphäre wahrnehmen und vorausempfinden, von welchen wir durch unsere Sinne durchaus nicht unterrichtet werden; und es scheint in der That gewiß, daß die Eindrücke der Außenwelt auf die Sinnesorgane der Insecten von ganz anderer Art als diejenigen seyen, welche wir von denselben äußeren Gegenständen empfangen. Wenn gleich in Beziehung auf Entfernung und Größe unsere sinnlichen Wahrnehmungen einen weit höheren Rang

einnehmen und unendliche Mal umfangreicher und ausgebreiteter sind, so mögen sie doch in anderen Beziehungen denen jener Thiere sehr untergeordnet seyn. Die feinste Unterscheidung der leichtesten Veränderungen der Materie ist vielleicht einzig nur mit einer Organisation in sehr verjüngtem Maßstabe verträglich. Aus diesem Grunde können die verschiedenen Grade von Feuchte und Trockenheit der Atmosphäre, der beständige Wechsel in ihrem Druck, die Schwankungen ihres elektrischen Zustandes, und noch viele andere physikalische Veränderungen derselben Gegenstände bestimmter Wahrnehmungen für diese kleinen Thierchen seyn. Vielleicht, daß sie Organe besitzen, die Eindrücke empfangen, von denen wir uns gar keine Idee zu machen vermögen, und offene Wege zu verschiedenen Arten von Kenntnissen, die uns auf immer gänzlich fremd und unbekannt bleiben müssen. Es ist wahr, die Kunst hat uns mit Werkzeugen versehen, um manche Eigenschaften der Materie zu entdecken und zu messen, welche unsere unbewaffneten Sinne nicht im Stande sind, zu beobachten und zu bemerken. Aber alle unsere Thermometer, Elektroskope, Hygrometer und Galvanometer, so künstlich sie auch erdacht nnd ausgeführt seyn mögen, können in Empfindlichkeit und Vollkommenheit mit jenen höchst verfeinerten Sinneswerkzeugen nicht wetteifern, mit welchen die Natur selbst die kleinsten Insecten ausgerüstet hat. Man darf, wie Dr. Wollaston zeigte, mit allem Grunde glauben, daß das Gehör der Insecten eine Reihe von Wahrnehmungen umfaßt, die sehr verschieden von denen der höheren Thiere sind; und daß Schwingungen, die viel zu schnell erfolgen, um unseren Gehörnerven zu erregen, noch vollkommen hörbar für sie werden. Sir John Herschel hat gleichfalls aufs klarste dargethan, daß, wenn man die Richtigkeit der Undulationstheorie des Lichtes annimmt, es leicht ist nachzuweisen, wo die Gränzen einer noch sichtbaren Farbe festzustellen sind. Denn wo die Nervenfasern in keiner Uebereinstimmung mehr mit den Schwingungen sich befinden, deren Schnelle oder Langsamkeit gewisse Gränzen überschreitet, so werden solche Schwingungen, selbst wenn sie die Netzhaut des Auges erreichen, den-

noch keine Lichtempfindungen zu erregen im Stande seyn. So ist es nun auch vollkommen denkbar, daß Insecten und andere Thiere unfähig sind, irgend eine der Farben, welche wir unterscheiden, wahrzunehmen; während sie möglicher Weise von einer Art von Schwingungen bestimmte Lichtempfindungen erhalten, welche in unseren Sehorganen keinen Eindruck mehr hervorzurufen im Stande sind. *) Die Verrichtungen der Fühlfäden, antennae, welche, obgleich von verschiedener Form, dennoch bei allen zu dieser Klasse gehörigen Thieren angetroffen werden, müssen von der größten Wichtigkeit seyn, deren Art man aber nur dunkel vermuthen kann; denn wenn man einem Insecte dieselben abschneidet, so wird es ganz verwirrt und kommt wie außer sich.

Der Zitterroche, Raga Torpedo, und der Zitteraal, Gymnotus electricus, und noch verschiedene andere Fische sind mit einem elektrischen Apparate versehen, der mit einer Voltaischen Batterie die größte Aehnlichkeit hat, und welchen sie nach Belieben zu laden und zu entladen vermögen. Eine ungeheure Menge von Nerven vertheilt sich an diese Organe, und wir können kaum zweifeln, daß sie diesen Thieren in Beziehung auf Elektricität gewiße Sensationen erregen, die von Allem dem, was wir empfinden, durchaus verschieden sind. Im Allgemeinen läßt sich als Regel aufstellen, daß, jemehr ein Sinnesorgan in seiner anatomischen Form und Beschaffenheit von denjenigen abweicht, welche wir selbst besitzen, auch unsere Kenntnisse von seinen Verrichtungen, um so unvollkommener und unbestimmter seyn müssen. Denken wir uns an die Stelle der Thiere des Waldes, so vermögen wir ohne große Anstrengung der Einbildungskraft uns einen ohngefähren Begriff von den Gefühlen und Trieben zu machen, die in den vierfüßigen Thieren und den Vögeln thätig sind. Wie aber vermögen wir uns in die Tiefen des unermeßlichen Oceans zu versetzen, welche von den zahllosen Gattungen der Fische, Zoophyten und Weichthiere bewohnt werden? Wie können wir uns in die Empfindungen

*) Siehe Encyclopaedia Metropolitana, Artikel „Light" (Licht).

und Sinnesvorstellungen eines Wurms oder eines Insektes hineindenken, die eine von der unsrigen so sehr abweichende Organisation haben, und auf der großen Stufenreihe der Geschöpfe eine so untere und entfernte Stelle einnehmen? Und wie vermöchten wir es endlich zu wagen, uns Vorstellungen von der Sinnesthätigkeit der Infusionsthierchen zu bilden, deren Welt ein Tropfen Wasser ist, und deren flüchtige Existenz, die vielleicht durch verschiedene Metamorphosen hindurchzugehen hat, im Zeitraume weniger Stunden verflossen ist?

Wenn wir daher jetzt unsere Untersuchungen auf die leichter erkennbaren geistigen Erscheinungen, welche die höheren Thierklassen äußern, beschränken, so fällt uns zunächst eine allmählige Steigerung in die Augen, welche der jeweiligen Entwicklungsstufe des Gehirns, als des Centralorganes im Nervensysteme, entspricht. Um aber die Vergleichung richtig durchführen zu können, ist es nothwendig, daß wir einen Unterschied zwischen denjenigen Erscheinungen machen, welche das Resultat der Anwendung geistiger Vermögen sind, und denjenigen, welche man dem Instinkte zuschreibt, und die aus einer andern Quelle entspringen. Die Handlungen der Thiere erscheinen nämlich bei verschiedenen Veranlassungen von einer Art von Klugheit und Ueberlegung geleitet zu werden, die sie nicht erst durch Erfahrung gewonnen haben können, und die scheinbar eine Vorauskenntniß des Erfolgs zu erkennen geben, welchen sie weder der Erfahrung abzulernen, noch durch Nachdenken zu errathen im Stande sind. Wir vermögen nicht genug die Vorsicht und Sorgfalt zu bewundern, welche von der Natur zur Erhaltung der Individuen und der Species angewendet wird, welche sie nicht etwa durch die mangelhaften und unzuverläßigen Berechnungen eines gewöhnlichen Verstandes, sondern durch angeborene und eingepflanzte Vermögen und Triebe sicherte, die niemals irrend zur Verrichtung solcher Handlungen nöthigen, wodurch jener Zweck bestimmt erreicht wird. So sieht man Thiere Maßregeln bei der Annäherung des Winters treffen, dessen Wirkungen sie niemals vorher erfahren haben, und verschiedene Mittel

zur Vertheidigung gegen Feinde vorkehren, ohne ihnen noch jemals begegnet zu haben. Eltern sorgen für den Lebensunterhalt ihrer Jungen, welche sie nie erblicken werden; und die Jungen entdecken und verfolgen ohne alle Anleitung gerade die Art von Futter, welche ihrer Natur am angemessensten ist. Wir müssen uns begnügen, alle diese unerklärten, und vielleicht unerklärbaren Thatsachen unter das Wort Instinkt zu classifiziren; ein Wort, das in der That nichts ist, als eine Bezeichnung unserer Unkenntniß des Wesens einer Thätigkeit, deren letzte Erfolge und Wirkungen wir nur bewundern können, während wir uns vergebens bemühen, die eigentliche Ursache derselben zu entdecken.

In allen niederen Ordnungen des Thierreiches, wo die Instinkte sehr vervielfältigt sind, während die Aeußerungen von Verstand nur schwach hervortreten, ist dasjenige Organ, welches die Funktionen des Gehirns verrichtet, verhältnißmäßig nur klein. Die geistige Thätigkeit dieser Thiere scheint auf die Wahrnehmungen des Augenblicks beschränkt zu seyn, und ihre willkührlichen Handlungen beziehen sich zunächst nur auf diejenigen Gegenstände, welche sich zuerst ihren Sinnen darbieten. Im Verhältniß nun, als sich die geistigen Vermögen der Thiere vermehren und eine größere Sphäre umfassen, nimmt auch die Nervenmasse, welche das Organ jener Vermögen ist, an Umfang zu, und ihre anatomische Bildung wird zusammengesetzter und verwickelter. Je größer die Fähigkeit ist, Vorstellungen mit einander zu verbinden und im Gedächtnisse zu behalten, um so stärker findet man auch die Gehirnhemisphäre entwickelt. Diese Organe des Gehirns sind, wie wir sehen, bei den Fischen, Reptilien und den meisten Vögeln verhältnißmäßig sehr klein; in den Säugethieren aber besitzen sie einen Grad von Entwicklung, welcher dem Umfange des Gedächtnisses, der Klugheit und Gelehrigkeit derselben nahezu gleichkommt. Beim Menschen, in dem sich alle Vermögen der Sinne und des Verstandes so harmonisch vereinigt finden, ist das Gehirn nicht nur seinem Volumen nach (relativ) am größten, sondern auch über allen

Vergleich am meisten zusammengesetzt und am künstlichsten gebildet. *)

Der Mensch ist mit einem so umfangsreichen Gehirne zunächst zu dem Zwecke ausgerüstet worden, damit er die höheren Fähigkeiten und Verrichtungen eines Verstandes ausübe, der durch das Vermögen eine unendliche Manichfaltigkeit von Eindrücken im Gedächtnisse fest zu halten, und durch die Stärke, den Umfang und die weite Ausdehnung des Associationsprincips, welches jene Eindrücke mit einander verbindet und abstrakte Begriffe aus ihnen bildet, besonders ausgezeichnet ist. Doch auch die niederen Thiere besitzen ihren Antheil von Gedächtniß und Verstand; sie sind fähig, sich durch Erfahrung Kenntnisse zu erwerben, und bei einigen seltenen Veranlassungen Mittel zu erfinden, um gewisse Zwecke zu erreichen. Aber diese Kenntnisse und diese Aeusserungen von Nachdenken sind in sehr enge Grenzen eingeschlossen, und die Natur hat der geistigen Entwicklung der unteren Thiere Schranken gesetzt, welche sie niemals überschreiten können. Wenn man irgend einem begünstigten Thiere eine sorgfältige Erziehung und Dressur angedeihen läßt, so ist es durch eine unendliche Mühe vielleicht möglich, ihm etwas mehr Kenntnisse beizubringen, als es von Natur besitzt; allein diese Steigerung des Verstandes geht mit dem nämlichen Individuum wieder zu Grunde, und ist für die Race selbst durchaus verloren. Bei weitem die größere Summe von Kenntnissen, deren Besitz von Wichtigkeit für das Thier ist, ist ein gütiges Geschenk der Natur, welche wohlweislich solche instinctartige Triebe ihnen eingepflanzt hat, die zu ihrer Lebensunterhaltung nothwendig sind. Der Mensch selbst wird mit Instincten geboren, aber ihre Anzahl ist im Vergleich zu der

*) Alle diese Organe, denen man im Gehirne der Thiere begegnet, findet man auch in dem des Menschen; während dagegen mehre von denen des Menschen entweder ausserordentlich klein, oder gar nicht im Gehirne der niederen Thiere angetroffen werden. Sömmerring hat nicht weniger als fünfzehen materielle anatomische Verschiedenheiten zwischen dem Gehirne des Menschen und dem des Affen aufgezählt und nachgewiesen.

bei den niederen Thieren sehr gering, und ohne durch Vernunft und Erziehung ausgebildet und entwickelt zu werden, würden sie von sich selbst nur unbedeutende Resultate hervorbringen. Derjenige dieser Instincte, dessen Wirkungen am meisten in die Augen fallen, und der die Grundlage zu allem Edleren und Erhaben in unserer Natur bildet, ist der Instinct der Sympathie (Mitleidenschaft, Mitempfindung). Die gegenseitige Zuneigungen der niederen Thiere werden selbst zwischen den Individuen derselben Art nur bei wenigen Gelegenheiten beobachtet, und im Allgemeinen sind sie sehr theilnahmslos bei den Leiden und Freuden die sie unter einander betreffen, und gleichgültig gegen die Behandlung, welche einem ihrer Genossen widerfährt. Zwar ist die Zuneigung und Liebe der Mutter zu ihren Jungen, so lange als die Bedürfnisse und die Schwäche der letzteren ihre Hülfe und Schutz nothwendig machen, in den niederen Thieren eben so groß, als bei der menschlichen Species; aber die Dauer derselben ist selbst bei den gesellschaftlichsten Thierarten nur auf die Periode der Hülfslosigkeit beschränkt, und dem thierischen Instincte folgt nicht wie beim Menschen, jener beständige Austausch von Liebe und zärtlichen Pflichten, und jenes so schöne Verwandtschaftsverhältniß, worin die Quellen der reinsten Glückseligkeit des menschlichen Lebens bestehen.

Während die Natur bei der Geburt des Menschen scheinbar zürnend, ihn schwach, nackt und vertheidigungslos in die Welt setzte, ohne ihm die Mittel zu seinem Lebensunterhalt mitzugeben und ihn so von jeder Seite dem Untergang preiszustellen schien, hat sie ihm in der That den Keim zu seiner künftigen Größe bereits eingepflanzt. Die Hülflosigkeit des Kindes fordert die Mutter zur pflegenden Sorgfalt und zur zärtlichsten Liebe gegen dasselbe auf, und gründet so die tiefen Wurzeln des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Die jetzt noch schlafenden Kräfte seines Geistes und Körpers werden allmählig aber langsam entwickelt. Während die vitalen Organe aufs thätigste mit Verrichtung ihrer verschiedenen Functionen beschäftigt sind, während die Verdauungswerkzeuge ihren mächti-

gen Chemismus ausüben, und tausende von kleinen Schlagadern, Blutadern und Lymphgefäßen ohne Rast und Ruhe an der Erbauung und Einrichtung der so zusammengesetzten Maschine unseres Körpers arbeiten, ist auch das empfindende Princip nicht weniger emsig und anhaltend beschäftigt. Vom Wahrnehmen der ersten Empfindung an ist es stets bemüht, die Eindrücke, welche es empfängt, zu ordnen, mit einander zu verbinden und zu befestigen. So wunderbar aber auch die Bildung des Körpers seyn mag, und so schwierig es ist, die Geschichte seines Werdens und Wachsens kennen zu lernen, so bleibt doch die allmählige Entwicklung des Geistes ein noch größeres Wunder, und die Aufgabe noch viel schwieriger, die feinen Fäden zu verfolgen, aus denen das geheimnißvolle Gewebe der Ideen und Begriffe besteht, welches die vorüberschwebenden Sinneseindrücke festhält, und das ausgebreitete System der Association derselben darstellt. Die lange Reihe von Steigerungen zu verfolgen, durch welche jene Eindrücke gereinigt, geläutert und vervollkommnet, und der Geist zu seiner höheren Bestimmung in einem künftigen Leben vorbereitet wird, ist eben so unmöglich.

Hier nun erblicken wir in der That eine merkwürdige Unterbrechung der regelmäßigen Steigerung, welche wir in allen andern Richtungen im Thierreiche nachgewiesen haben; denn zwischen dem Menschen und den scharfsinnigsten Thieren findet immer noch ein so unermeßlicher Abstand statt, daß wir die Größe desselben kaum zu schätzen vermögen. Die rein vitalen Verrichtungen, welche selbst für den untersten Grad eines empfindenden Daseyns noch nothwendig sind, treffen wir bei allen Thieren gleich an; in Beziehung auf die eigentlichen Sinnesfunctionen dagegen findet schon eine größere Ungleichheit statt; die geistigen Vermögen aber, als ihrem Wesen nach feiner und edler, und weniger nothwendig zum animalischen Leben, sind von der Natur noch sparsamer und mit partheiischer Hand ausgetheilt worden. Zwischen den beiden äußersten Sprossen der Stufenleiter begegnet man jedoch unendlich vielen Mittelstufen. Die höheren Vermögen besitzt der Mensch ausschließlich, und sie

sind für ihn die Ursache seiner uneingeschränkten Herrschaft über sämmtliche Thiere, von denen er jedoch in untergeordneten Fähigkeiten übertroffen wird. An Stärke und Schnelligkeit muß er manchen vierfüßigen Thieren nachstehen, und vergebens wünscht er die Flugkraft der zahlreichen Bewohner der Luft zu besitzen. Er beneidet vielleicht die Schärfe des Gesichts, mit welcher der Vogel von Höhen herab, auf welchen er selbst für unsere Augen unsichtbar ist, die kleinsten Gegenstände auf der Oberfläche der Erde zu unterscheiden vermag, und bedauert die Stumpfheit seiner Sinne, wenn er den feinen Geruch des Hundes, oder das scharfe Gehör der Fledermaus wahrnimmt. Während vervollkommte Sinneswerkzeuge die niedern Thiere lehren, das ihnen heilsame Futter zu suchen, und das ihnen schädliche zu vermeiden, scheint der Mensch allein auf seine geistige Untersuchungskräfte beschränkt zu seyn, und wird genöthigt, sich seine Belehrung auf dem oft schmerzvollen und gefährlichen Erfahrungswege zu erwerben. Doch, wenn die Natur ihn auf diese Art anscheinend hülflos geschaffen hat, und ihm jene Instincte versagte, mit welchen sie ihre übrigen Kinder so reichlich versah, so geschah dies nur deswegen, um ihn mit Gaben von unendlich höherem Werthe auszustatten. Während er an Feinheit der Sinne von niederen Thieren übertroffen wird, überragt er alle weit durch seine geistigen Vermögen. An Treue und Festigkeit, mit welchen sein Gedächtniß erhaltene Eindrücke bewahrt, durch die Leichtigkeit und Stärke, mit welchen er sie unter einander verbinden kann, in der Schnelligkeit des Begreifens, an umfassendem Nachdenken, und in der Fähigkeit, sich stets weiter zu vervollkommnen, läßt er alle Thiere in unermeßlicher Entfernung hinter sich zurück. Er allein erhielt die Gabe einer eigentlichen Sprache; er allein ist fähig, seine Gedanken in Worte zu kleiden; ihm allein ist ein rastloses Bestreben eingepflanzt, alle Reiche der Natur zu durchforschen, und seine Blicke bis über die Grenzen des Erdballs zu erheben. Ihm ausschließlich ist das hohe Vorrecht zu Theil geworden, erkennen und anbeten zu dürfen, die Macht, Weisheit und Güte des Weltschöpfers,

aus deſſen Händen er ſein Leben empfing, dem er alle Segnungen verdankt, deren er ſich zu erfreuen hat, und von dem er gelehrt wurde, aufwärts zu blicken zu lichteren Himmelsräumen und zu einem höheren und reineren Leben. Durch dieſe erhabene Beſtimmung legt der Menſch alle Gemeinſchaft mit den Thieren ab, die ewig ſterben; er vertraut mit Zuverſicht der Hoffnung, daß die Verweſung des irdiſchen Leibes den Keim der Unſterblichkeit nicht zerſtöre, der ihm eingepflanzt wurde, und daß durch deſſen weitere Entwickelung in einem künftigen Leben der hienieden nur begonnene Plan der göttlichen Vorſehung zu ſeiner letzten und herrlichen Vollendung gelangen werde.

Vierter Theil.

Von den Gesetzen und Erscheinungen der organischen Fortpflanzung.

I. Capitel.

Entstehung und Fortpflanzung der Arten.

Das endliche Daseyn aller lebenden Wesen ist innerhalb bestimmter Grenzen eingeschlossen. Die nämliche Macht, welche dieselben, ihre Organisation und ihre Fähigkeiten schuf, hat sie auch dem unerbittlichen Gesetze der Sterblichkeit unterworfen, und angeordnet, daß jene Reihe von Erscheinungen, in welchen sich das thätige Leben äußert, nur für einen bestimmten Zeitraum dauern und dann wieder aufhören solle. Ganz dieselben Ursachen, welche in den ersten Lebensperioden der Geschöpfe ihre Entwicklung und Wachsthum herbeiführten, und welche im reiferen Alter das ganze System des Körpers in Kraft und Thätigkeit erhielten, sind es nun auch, die durch ihre fortdauernde, leise Einwirkung allmählige Veränderungen im Gleichgewicht der Functionen hervorbringen, und zuletzt die langsame Auflösung der Maschinen herbeiführen, welche sie früher aufgebaut hatten, und die gradweise Zerstörung von Organen und ihren Verrichtungen bewirken, welche sie ursprünglich

genährt und im Gange erhalten hatten *). Mit dem Keime des Lebens findet sich in allen organischen Körpern auch der des Zerfallens und des Todes vereinigt, und so groß auch ihre Lebenskräfte seyn mögen, so wissen wir doch, daß sie endlich und begrenzt sind; daß eine Zeit kommen muß, wo sie erschöpft seyn werden, und wo ihre Wiedererneuerung in demselben Individuum nicht mehr länger möglich ist.

Obgleich also die einzelnen Individuen sterblich sind, so hat die Natur dennoch die sorgfältigsten Maßregeln für die Unsterblichkeit der Species getroffen, indem sie für die Nacherzeugung neuer Individuen besorgt war, die in endloser Reihenfolge immer wieder aus ihren Eltern hervorgehen sollten. Das Wesen dieses Bildungs- oder viel eigentlicher Schöpfungsprocesses lebender Organismen übersteigt weit das höchste menschliche Fassungsvermögen. Kein irgend denkbarer mechanischer oder chemischer Proceß zeigt auch nur die leichteste Aehnlichkeit oder die entfernteste Analogie mit dem Vorgange der Gattungsreproduction, oder vermag uns den leisesten Wink zur Lösung dieses dunklen und geheimnißvollen Räthsels zu geben. Wir müssen uns daher begnügen, die Erscheinungen selbst zu betrachten, und unter allgemeine Gesichtspuncte zu ordnen, und die wundervolle Offenbarung des überlegtesten und künstlichsten Planes, der sich in diesem Theile des organischen Wesenreiches zu erkennen giebt, mit Ehrfurcht anzustaunen.

Ueberall, sowohl in der Pflanzen- als Thierwelt, hat die Natur die größte Sorgfalt nicht allein auf die Vermehrung der Gattungen, sondern auch für die Verbreitung derselben in jede bewohn- und erreichbare Gegend der Erde verwendet, und verschiedene Einrichtungen getroffen, um diesen höchst wichtigen Zweck zu erreichen.

Die allereinfachste Art der Fortpflanzung besteht in der freiwilligen Trennung und Spaltung des elterlichen Körpers

*) Vergleiche den Artikel „Age“ (Lebensalter) in der Cyclopaedia of practical Medicine, wo ich mich ausführlicher über diesen Gegenstand verbreitet habe.

in mehrere Theile, deren jeder nach der Abtrennung zu einem selbstständigen Individuum heranwächst, und in Kurzem Größe und Gestalt des elterlichen Körpers erreicht. Beispielen dieses Vorgangs, welchen man die Fortpflanzung durch Spaltung, generatio fissipara, nennt, begegnet man häufig bei den Infusionsthierchen. So zeigen manche Arten der Monaden, die von Natur eine Kugelform haben, in einer gewissen Lebensperiode eine leichte ringförmige Grube um die Mitte ihres Körpers herum, welche nach und nach tiefer wird, und ihre frühere Kugelform in die eines Stundenglases umwandelt; der mittlere Theil zieht sich später noch mehr zusammen, so daß zuletzt der Monadenkörper das Ansehen von zwei Kugeln hat, die nur noch an Einem Puncte mit einander vereinigt sind. In diesem Zustande sieht man die Monaden sehr unregelmäßig in der Flüssigkeit herumschwimmen, gleichsam wie wenn zwei verschiedene Willen den Körper derselben beherrschten; und ganz absichtlich zu dem Zwecke, den letzten Verbindungsfaden entzwei zu reißen, drängen und zwingen sie sich durch die dichtesten Haufen der sie umgebenden Infusorien. Reißt endlich der letzte Vereinigungsfaden, so sieht man beide kleine Kugeln sich von einander entfernen, und ein selbstständiges Leben beginnen. Fig 302 zeigt diese Art der Körpertheilung und ihre verschiedenen Stadien.

Bei den Monaden geschieht also die Spaltung und Trennung in querer Richtung, in anderen Infusorien dagegen, wie z. B. bei den Vorticellen (Fig. 303) und in den meisten der größeren Infusoriengattungen überhaupt, bildet sich die Theilungslinie in der Längerichtung aus. Jedes Thierchen, das auf diese Art durch Spaltung des elternlichen Körpers entstanden ist, erreicht schnell die Größe, wo es zur weiteren neuen Trennung in zwei andere Thierchen geschickt ist, welche mit der Zeit derselben Verwandlung unterliegen, und so geht der Proceß fort in's Unendliche. Der sonderbarste Umstand bei dieser Art von Fortpflanzung ist der, daß es unmöglich ist, zu bestimmen, welches der beiden neugebildeten und aus einem Körper entstandenen Individuen die Mutter, und welches das

Junge ist, da beide vollkommen gleich groß sind. Wenn wir daher nicht annehmen wollen, die Lostrennung eines Theils vom Körper des elterulichen Theils beendige auch sein individuelles Daseyn, so müßten wir ein ununterbrochenes Leben desselben Thierchens erkennen, das sich von dem Urstamm aus durch alle folgenden Generationen fortpflanzt. Dies ist jedoch eine jener metaphysischen Spitzfindigkeiten, deren der Fortpflanzungsproceß eine Menge darbietet, deren nähere Erörterung aber dem Zweck dieses Buches ganz fremd ist.

Im Thierreiche allein finden wir Beispiele dieser freiwilligen Trennung eines organischen Wesens in Theile, deren jeder sich zu einem Individuum derselben Art entwickelt. Alle Pflanzen dagegen lassen sich durch künstliche Theilungen auf dieselbe Weise vermehren. So kann man einen Baum der Länge nach in eine ziemliche Anzahl von Theile, oder Steckreißer, wie man sie nennt; zerspalten, deren jedes, wenn es besonders gepflanzt und mit Nahrung versehen wird, zu wachsen fortfährt, und mit der Zeit einen Baum bildet, der in allen Stücken dem gleicht, von welchem das Steckreiß genommen wurde. Dieses Fortpflanzungsvermögen besteht selbst in kleineren Fragmenten einer Pflanze; denn wenn alle äußeren Umstände günstig sind, so entwickelt sich ein Stamm aus dem Ende des Bruchstücks, und Wurzeln brechen aus seinem unteren Ende hervor, und so entsteht zuletzt eine ganz vollständige Pflanze*).

*) Unter die Bedingungen, welche zur Entwicklung dieser Organe nothwendig sind, gehört 1) die vorhergehende Anhäufung einer gewissen Menge von Nahrungsstoff in dem abgetrennten Pflanzentheile, die hinreichend ist, um das Wachsthum der neuen Organe zu unterstützen; und 2) das Vorhandenseyn einer genugsamen Quantität von zirkulirendem Safte, um als Auflösungsmittel und Vehikel des Nahrungsstoffes dienen zu können. Man hat gefunden, daß wo diese Bedingungen vorhanden sind, selbst das Blatt eines Orangebaums, wenn es in einen tauglichen Boden gepflanzt wird, Wurzeln entwickelt und fähig ist, zu einem ganzen Baume heranzuwachsen. Nach den Beobachtungen von Mirandola, treibt ein Blatt von Bryophyllum sogar dann, wenn

Dieſe Thatſachen, welche den Gärtnern wohl bekannt ſind, zeigen nur die Macht der Vegetationskraft unter ſolchen beſonderen Umſtänden, welche im natürlichen Verlaufe der Dinge nicht vorkommen, ſondern nur durch die Kunſt des Menſchen herbeigeführt werden.

Reproductionsvermögen ganz derſelben Art treffen wir auch bei den untern Abtheilungen des Thierreichs in einem hohen Grade entwickelt an. Die Hydra, der Polype des ſüßen Waſſers, läßt ſich durch einfache Theilung bis in's Unendliche vervielfältigen; wird er in die Quere entzwei geſchnitten, ſo erhält der Theil, an welchem der Kopf ſitzt, bald wieder einen neuen Schwanz, und der abgeſchnittene Schwanztheil läßt einen friſchen Kopf hervorwachſen, der mit einer Reihe neuer Fangarme verſehen iſt. Wird einer der Fangarme ganz oder theilweiſe abgeſchnitten, ſo erſetzt ſich der Verluſt in Bälde wieder, und wenn man das geſammte Thier in eine große Anzahl Stückchen zerſchneidet, ſo wachſen in kurzer Zeit einem jeden derſelben die ihm fehlenden Theile nach, und bilden abermals ein vollſtändiges Thierindividuum. Bei der Planaria beobachtet man die nämlichen Erſcheinungen, und faſt in demſelben Umfange; die Aſterien, die Actinia, und einige der untern Gattungen der Anneliden, wie Nais, laſſen ſich ebenfalls durch künſtliche Theilungen vervielfältigen; jedes Segment dieſer Thiere beſitzt das Vermögen, die ihm fehlenden Theile wieder zu erzeugen, und enthält gleichſam eine Art von abgeſondertem individuellem Leben.

Eine Art von mehr partiellem Regenerationsvermögen verſtümmelter Theile durch neuen Nachwuchs, welches dem vollkommenen Reproductionsvermögen ſehr ähnlich iſt, findet ſich auch in den höheren Ordnungen der Thiere, obgleich nicht mehr bis zu dem Grade geſteigert, um zwei Individuen aus Einem

---

es auf feuchte Erde nur hingelegt wird, Wurzeln, welche ſchnell in den Boden eindringen. (*De Candolle*, Physiologie Végétale II, 677.) Dieſelben Erſcheinungen zeigen ſich auch oft an den Blättern von Pflanzen, die nur mit Einem Samenlappen keimen.

hervorbringen zu können. Die Scheeren, Füße und Antennen der Crustaceen, und die Beine der Arachniden werden ersetzt, und wachsen frisch nach, wenn sie verloren gegangen sind. Wenn man einer Schnecke den Kopf abschneidet, so erzeugt sich jener ganze Theil des Thiers wieder, welcher die telescopischen Augen und die übrigen Sinnesorgane enthält. Selbst bei den Wirbelthieren stoßen wir noch auf Beispiele von Wiedererſatz verstümmelter Theile; so verhält es sich gleich mit den Flossen der Fische; Broussonet fand, daß, in welcher Richtung man dieselben auch zerschneiden mochte, die Wundränder sich schnell wieder vereinigten, und selbst die Strahlen sich neu erzeugten, wenn nur ein kleiner Theil ihrer Basis stehen geblieben war. Die Schwänze der größeren und kleineren Eidechsen wachsen frisch hervor, wenn sie verloren giengen, und was noch merkwürdiger ist, selbst die Augen dieser Thiere, wenn sie weggeschnitten werden, ersetzen sich mit ihrem gesammten Apparat von Häuten und Flüssigkeiten durch Nachwuchs in derselben Vollkommenheit wieder, wie die früheren waren. Wir haben gesehen, daß die Zähne der Haie und anderer Fische mit der größten Leichtigkeit sich neu erzeugen, wenn sie durch irgend einen Zufall zu Grunde gegangen sind. Auch die Säugethiere besitzen dasselbe, obgleich in viel engere Grenzen eingeschlossene, Vermögen, wie der Wiedererſatz verloren gegangener Knochen beweisen mag. Bemerken wir noch die zahllosen Gelegenheiten, wo zufällig verletzte Theile unseres Körpers wieder hergestellt werden, so haben wir alle Ursache zur Bewunderung und Dankbarkeit für die weisen und gütigen Einrichtungen, welche die Natur zur Begegnung jener Zufälle getroffen hat.

Die Fortpflanzung der Arten auf dem Wege der Knospenbildung, die reproductio gemmipara, findet sich in ihrer größten Ausdehnung im Pflanzenreiche verbreitet. Fast jeder Punct an der Oberfläche einer Pflanze scheint fähig zu seyn, einen neuen Schößling treiben zu können, der, wenn er vollständig entwickelt ist, genau dem Mutterstocke gleicht, und sofort als ein selbstständiges organisches Wesen betrachtet werden kann. Der erste Ursprung der Knospen liegt gänzlich außer der

Sphäre unserer Beobachtung, weil sich dieselben aus Theilchen des Pflanzenstoffes bilden, die zu klein sind, um von unseren Augen selbst dann gesehen werden zu können, wenn wir diese durch das schärfste Microscop unterstützen. Diese unwahrnehmbare Atome, aus welchen organische Wesen ihren allerersten Ursprung nehmen, nennt man Keime.

Diese Urkeime im Pflanzenreiche sind zweifacher Art, es sind entweder solche, welche Stämme erzeugen, oder solche, welche Wurzeln hervorbringen. Obgleich beide Arten der Keime von jedem Theile der Pflanze entwickelt werden können, so entstehen doch die erstern vorzugsweise in den Blattachseln, d. h. an dem Theil des Pflanzenorganismus, wo sich die Blätter mit dem Stamme verbinden, und somit an den Enden der Holzfasern des Stammes; Anhäufung von Nahrungsstoff um diese Enden scheint die Entwickelung der Keime zu veranlassen. Dann bilden sich zuerst Knospen, diese vergrößern sich, treiben einen kleinen Stamm hervor, und nehmen die Form von Schößlingen an, welche mit der Mutterpflanze sowohl als unter sich in Verbindung bleiben *), und so einen Baum darstellen. Das, was man Aeste oder Knorren im Holze nennt, ist ein Product solcher Keime, welche in Folge des um sie angesammelten Nahrungsstoffes sich nur bis zu einem gewissen Grad entwickelten, dann aber im Wachsthum stehen blieben. Die Wasserlinse, Lemna, eine Pflanze, die aus einem kleinen runden Blättchen

*) In einigen seltenen Beispielen entfernen sich die neuen Schößlinge von der Mutterpflanze, durch einen natürlichen Vorgang; dies geschieht bei manchen kriechenden Pflanzen, welche sich durch horizontale Ausbreitung ihrer Aeste auf dem Boden fortpflanzen, in welchen dieselben eindringen, neue Wurzeln schlagen und Stämme treiben, die sodann unabhängig von der Mutterpflanze heranwachsen. Zuweilen geschieht dies auch bei Knollenwurzeln, wie bei den Kartoffeln, welche eine Anzahl von Keimen enthalten, umgeben von Nahrungsstoff und fähig, sich unter günstigen Umständen weiter zu entwickeln. Diese Organe nennt man Augen; und jedes derselben, wenn es besonders gepflanzt wird, entwickelt sich schnell, und wächst zu einem neuen Pflanzenindividuum heran.

besteht, das auf der Oberfläche stehender Wasser schwimmt, zeigt uns ein merkwürdiges Beispiel der Keimentwickelung aus den Blattwinkeln, und der darauf folgenden Trennung der neugebildeten Pflanze. Dieser letztere Vorgang gleicht vollkommen der natürlichen Vermehrungsart der untern Zoophytengattungen, wie z. B. der Hydra. In den frühesten Perioden, in welchen das Junge dieser Thiere sichtbar ist, gleicht es einem kleinen Knötchen oder einer Knospe, welche aus der Oberfläche des mütterlichen Körpers hervorsproßt, es wächst in dieser Lage, und bleibt eine Zeit lang mit dem mütterlichen Körper in Verbindung, von welchen aus dasselbe Anfangs seine Nahrung eben so gut, als mechanischen Schutz erhält, bis es endlich eigene Fangarme auszustrecken beginnt, und die Kunst lernt, seine natürliche Beute zu fangen und zu verschlingen. Die Röhre, welche den Magen des Thiers vorstellt, steht zuerst durch eine besondere Oeffnung mit der Magenröhre der Mutter in Verbindung, aber diese Oeffnung schließt sich später; die Fäden, welche das Junge an die Mutter heften, werden immer dünner, reißen zuletzt, die freigewordene junge Hydra entfernt sich alsobald vom mütterlichen Körper, und beginnt ein selbstständiges Daseyn zu leben. Diese Fortpflanzungsart gleicht in ihren ersten Perioden ganz genau der Knospenbildung im Pflanzenreiche, und man kann sie deßwegen als ein Beispiel der reproductio gemmipara betrachten; in den späteren Perioden aber unterscheidet sie sich von derselben durch die vollkommene Trennung des Jungen von der Mutter.

Eine andere Art von Fortpflanzung der Gattung ist die, bei welcher sich Keime im Innern des Thiers entwickeln, und schon in der allerersten Zeit des Belebtwerdens die Gestalt der Eltern annehmen. In diesem Falle nennt man sie Sprossen, gemmulae. Ein Beispiel von dieser Modification der Fortpflanzung gibt uns Volvox, welches, wie wir bereits angeführt haben, ein Infusionsthierchen von Kugelform ist, das sich unaufhörlich umwälzt *). Die Keime dieses Thiers

*) Im ersten Band findet sich dieses Thier abgebildet.

entwickeln sich in großer Menge in seinem Innern, sind kugelrund, und mit Hülfe eines Microscops wegen der Durchsichtigkeit der allgemeinen Bedeckungen leicht sichtbar, und während sie sich noch im mütterlichen Körper befinden, erblickt man bereits noch kleinere Kügelchen in denselben, welche eine dritte Generation dieser Thiere darstellen. Nach einer gewissen Zeit verlassen die Jungen den mütterlichen Körper, nachdem dieser aufgeplatzt ist, worauf er zu Grunde geht. Aehnliche Erscheinungen beobachtet man bei noch manchen anderen Infusorien. In einigen Entozoen, wie bei den Hydatiden, werden die Jungen gleichfalls innerhalb des mütterlichen Körpers entwickelt, und dies geht so fort durch eine unendliche Reihe von Generationen hindurch *). In den meisten Fällen aber, wo sich Sprös-

*) Die Art und Weise, auf welche Infusionsthierchen hervorgebracht werden, und sich fortpflanzen, ist noch sehr dunkel. Manche ausgezeichnete Naturforscher treten Buffon's Ansichten bei, und betrachten sie als das Product einer Kraft, welche einer bestimmten Art von materiellen Atomen inhärirt, und welche unter dazu günstigen Umständen die Neigung hat, jene zarte Organisation zu bilden; auf diese Art erklären sie, wie dieselbe organische Materie, welche früher schon lebende Wesen zusammengesetzt hatte, bei der Auflösung ihrer Vereinigung, unter neuen Formen von Leben wieder erscheint, und zu der Entstehung zahlloser Thierchen Veranlassung gibt, die in's Daseyn treten, und eine neue, wenn auch noch so flüchtige, Lebensbahn beginnen. Allein die Analogien sämmtlicher Arten und Ordnungen des Pflanzen- und Thierreiches sind der Vermuthung direkt entgegengesetzt, daß irgend ein lebendes Wesen entstehen könne, ohne ursprünglich von einem Individuum derselben Art, von dem es früher einen Theil ausmachte, abzustammen. Die Schwierigkeit, welche die Hypothese von der Selbsterzeugung der Infusionsthierchen zu beseitigen vorgibt, besteht in unserem Unvermögen, die Präexistenz von Keimen in der Flüssigkeit nachzuweisen, in welcher man die Entstehung dieser Thierchen beobachtet, und dem Wirken der Natur bis in diese Regionen einer unendlichen Kleinheit zu folgen. Ehrenbergs Entdeckungen in Betreff der Organisation der Rotifera gehen jedoch darauf aus, diese mikroskopischen Thierchne sowohl in Absicht auf Bildung als Function auf Eine

linge, gemmulae, im mütterlichen Körper entwickeln, sind eigene Kanäle zu ihrem Austritt vorhanden; die Sprossen der Actinia aber erzwingen sich einen Weg durch die Seiten des mütterlichen Körpers, welche sich öffnen müssen, um ihnen den Durchgang zu gestatten, worauf die zerrissenen Theile bald wieder heilen.

In den Beispielen, welche wir unterdessen beobachtet haben, befinden sich die Jungen zuerst in unmittelbarer Verbindung mit dem elterlichen Organismus, und erhalten keinen besondern Schutz von einhüllenden Organen, die mit einer gewissen Menge von Nahrungsstoff, der für die folgende Entwicklung bestimmt ist, erfüllt sind. Bei allen höheren Organismen aber, im Pflanzen- wie im Thierreiche, ist der Keim mit umgebenden Hüllen dieser Art versehen; beide zusammen bilden das, was man ein

---

Linie mit größeren Thieren zu stellen, von deren Lebensgeschichte und anatomischer Einrichtung wir genauere und sicherere Kenntnisse besitzen; sie zeigen ferner die Nichtigkeit der oben erwähnten Hypothese, indem sie nachweisen, daß die kühne Annahme, auf welcher dieselbe beruht, zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen gar nicht einmal nothwendig ist. In vielen dieser Thierchen beobachtete er nämlich ein Ausgetriebenwerden von Eiern in Form außerordentlich kleiner Kügelchen von $^1/_{12000}$ Zoll im Durchmesser. Wenn dann dieselben eine Größe von $^1/_{1700}$ Zoll erreicht hatten, also ihr Durchmesser siebenmal breiter geworden war, so sah man ganz deutlich, wie sie sich bewegten und ihr Futter verschlangen. Derselbe fleißige Beobachter entdeckte die Jungen von Rotifer vulgaris, vollkommen entwickelt, sich in dem Innern des mütterlichen Thieres bewegen, und im lebenden Zustande ausgestoßen werden; so daß also diese lebendiggebärende, jene ersteren eierlegende Infusorien wären. Andere Spezies dagegen ahmen der Hydra nach, und pflanzen sich durch Knospen oder Sprossen fort (animalia gemmipara), indem sie Keime gleich den Knospen der Pflanzen treiben, welche sich aus den Seiten des mütterlichen Körpers entwickeln und bald mit Zilien oder Fangarmen versehen werden, welche dieselben nach stattgefundener Trennung fähig machen, für ihren eigenen Lebensunterhalt zu sorgen, obgleich sie noch ganz außerordentlich klein sind, wenn sie bereits abgestoßen werden.

Saamenkorn oder ein Ei nennt. Den ersten Namen gebraucht man gewöhnlich im Pflanzen-, den letzteren im Thierreiche, in beiden Fällen aber nennt man das Organ, in dem sie ursprünglich enthalten sind, den Eierstock, ovarium.

Die Bildung und Entwicklung vegetabilischer Samen findet nicht ohne Unterschied an jedem Puncte oder Theile der Pflanze statt, wie dies der Fall mit den einfachen Knospen ist, sondern geschiehet nur in besonderen Organen derselben. Die Filices oder Farnkräuter können als Beispiele dieser Art von Fortpflanzung dienen; die Samen derselben bilden sich an der Unterfläche der Blätter, wie es scheint, durch einen einfachen Entwicklungsproceß, welche sodann, wenn sie ausgestreut und auf die Erde gefallen sind, zu neuen Pflanzen heranwachsen, welche der Mutterpflanze durchaus ähnlich sind. Die Linne'sche Classe der Cryptogamen enthält lauter Pflanzen, deren Fortpflanzungsart der so eben beschriebenen ähnlich ist. Ebenso finden sich auch bei den Thieren eigenthümliche Organe, Ovarien oder Eierstöcke genannt, in welchem sich die Eier bilden. Diese Organe haben gewöhnlich einen zellichten Bau; und sind mit einer Haut überzogen, so daß das Ganze mit den Samenkapseln der Pflanzen einige Aehnlichkeit hat.

Die Fortpflanzung lebender Wesen durch Eier oder Samen ist ein durchaus verschiedener Proceß von der Vermehrung derselben durch bloße Steckreißer oder Knospen; auch haben die auf ersterem Wege gebildeten Organismen weniger genau die eigenthümlichen Charactere der Pflanzen und Thiere, aus denen sie entsprangen, als dies bei jenen auf letzterem Wege erzeugten der Fall ist. Dies beobachtet man auf eine merkwürdige Art an unsern Obstbäumen, wie Apfel-, Birnbäumen u. s. w.; alle diese Bäume, welche aus Schößlingen oder Propfreißern entstanden, zeigen ganz dieselbe Eigenthümlichkeit, und bringen Früchte genau von demselben Geschmack und Ansehen zur Reife, wie der Baum, von welchem sie genommen wurden; während Bäume von derselben Art, die aber aus Samen gezogen wurden, zwar besondere individuelle Eigenschaften besitzen, dagegen jene verlieren, durch welche sich die Mutterpflanze auszeichnete, und mehr zur

ursprünglichen Form der Gattung zurückkehren, aus der sie hervorgingen. So entstehen aus dem Samen des Goldapfelbaums, oder des Nonpareilles, Bäume, die gewöhnliche Holzäpfel tragen, welches die Frucht der Gattung im wilden Zustande ist. Durch fortgesetztes Propfen wird nach einer längeren Zeit die Lebenskraft der besonderen Abart eines Fruchtbaums allmählig erschöpft, und die Propfreißer bringen sodann nicht mehr dieselben Früchte hervor. Diese merkwürdigen Thatsachen, und eine Theorie, welche dieselben erklärt, verdanken wir den Beobachtungen und dem Scharfsinne des Herrn Andr. Knight*).

Die verschiedenen Fortpflanzungsarten, welche wir bisher beobachtet haben, finden nur bei den einfachen Pflanzen und niederen Thieren statt; zur Fortdauer der höheren Arten in beiden organischen Reichen sind verwickeltere Vorgänge nothwendig. Der schlafende Lebenskeim, den Same oder Ei enthalten, wird nicht über einen gewissen Punct entwickelt, wenn er nicht durch die Einwirkung einer eigenthümlichen Flüssigkeit geweckt und belebt wurde, die in besondern Organen bereitet und abgesondert wird, daher gibt es in den höheren Ordnungen des organischen Naturreichs zwei verschiedene Arten von Bildungen; der Zweck der einen derselben ist die Hervorbringung von Samenkörnern und Eiern, und der der andern, Bereitung eines belebenden Fluidums. Die Wirkung dieses letzteren auf den schlafenden Keim nennt man Befruchtung, und der Keim selbst, nachdem er befruchtet worden ist, erhält den Namen Embryo.

Die Art und Weise der Befruchtung des Keims zeigt große Verschiedenheiten in den einzelnen Classen der organischen Wesen. In allen denjenigen Pflanzen, welche man Phanerogamen nennt (im Gegensatze zu den Cryptogamen), findet sich das Ganze des zweifachen Apparats, der zur Fortpflanzung nothwendig ist, in der Blume eingeschlossen. Eine Reihe von Organen enthält die rudimentären Samen von verschiedenen Häuten umhüllt. Beides zusammen nennt man den Eierstock

*) Siehe dessen verschiedene Abhandlungen in den Philosophical Transactions.

(ovarium), an dasselbe ist eine Röhre angeheftet (der Stempel, pistillum), welche sich mit einer Art von Saugwärzchen (die Narbe, stigma) endigt. Die befruchtenden Organe sind die Staubfäden (stamina); diese bestehen aus Säulchen oder Trägern (filamenta); die im Allgemeinen sehr nahe am Pistille stehen, und ungefähr die gleiche Höhe mit demselben haben, und sich in ein drüsiges Organ, den Staubbeutel (anthera) endigen. Wenn dieses letztere Organ reif ist, enthält es in einer doppelten Membran eingeschlossen einen feinen Staub, den sogenannten Samenstaub (pollen), der aus äußerst kleinen Bläschen besteht, die mit einer klebrigen Flüssigkeit gefüllt sind, in der man außerordentlich kleine Körnchen sieht. Die Befruchtung geschieht nun dadurch, daß ein Theil des Samenstaubs von der Narbe aufgenommen wird, und durch die Röhre des Pistils zu den Samen gelangt, welche er sodann befruchtet, indem er die Feuchtigkeit, welche er enthält, an dieselben abgiebt.

Bei weitem die größere Anzahl der Pflanzen besitzt diese beiden Arten von Organen in derselben Blume vereinigt, oder doch wenigstens in Blumen vertheilt, welche dem nämlichen Pflanzenindividuum angehören. Im Thierreiche finden wir zwar auch dieselbe Anordnung, aber verhältnißmäßig nur bei einer kleinen Zahl von Thiergattungen. Bei diesen letzteren gehen die Eier vom Eierstocke aus durch einen Canal, den man den Eileiter (oviductus) nennt, und werden befruchtet, indem sie mit einer Flüssigkeit in Berührung gelangen, die von einer andern Art von Organen in demselben Systeme abgesondert, und durch einen Canal, der sich in den Eileiter an irgend einer Stelle seines Verlaufs einmündet, den Eiern zugeführt wird. Bei einer kleinen Anzahl von Pflanzen, welche die Classe Dioecia bilden, unterscheiden sich die Individuen derselben Gattung dadurch von einander, daß sie Blumen tragen, welche je nur eine Art von Reproductionsorganen enthalten, so daß sich die Staubfäden und Pistille auf verschiedenen Pflanzenindividuen finden, und die Befruchtung der Ovarien der einen Pflanze nur vermittelst des Pollens der andern zu Stande kommen kann. Eine ganz ähnliche Vertheilung jener Organe und ihrer Verrichtung

findet sich in allen höheren Classen des Thierreichs. Bei den meisten Fischen, und bei allen froschartigen Reptilien, werden jedoch die Eier erst nach ihrer Ausstoßung aus dem mütterlichen Körper befruchtet; die Entwickelung der Eier selbst findet nun auf die eine oder andere der folgenden Arten statt:

1) Wenn der Keim des künftigen Thiers mit einer festen Schale umgeben ist, welche eine gewisse Menge von Nahrungsstoff enthält, so nennt man dies ein Ei im engeren Sinne des Worts. Dieses Ei wird an einen Ort gelegt, der die günstigsten Verhältnisse für die Entwicklung des Embryos und für das künftige Fortkommen der Jungen gewährt, wenn es einmal dem Ei entschlüpft ist. Jedermann weiß, daß die Vögel Eier legen, welche von einer kalkerdigen Schale eingeschlossen sind, und daß sie diese Eier durch die Wärme ausbrüten, welche sie denselben mittheilen, indem sie mit unermüdeter Geduld auf ihnen sitzen bleiben. Alle Thiere, welche auf diese Art Eier legen, nennt man animalia ovipara.

2) Es gibt einige Thiergattungen, wie die Viper und der Salamander, deren Eier nicht gelegt, sondern im Innern des mütterlichen Körpers ausgebrütet werden, so daß sie lebendige Junge zur Welt bringen, die jedoch ursprünglich in Eiern enthalten waren. Solche Thiere nennt man lebendig gebärende Eierleger, animalia ovo-vivipara. Es gibt auch noch andere Gattungen von Thieren, welche, je nach Umständen, entweder Eier legen, oder lebendige Junge zur Welt bringen; dies ist z. B. beim Haifische der Fall.

3) Lebendig gebärende Thiere, animalia vivipara, nennt man solche, in welchen sich keine Eier im gewöhnlichen Sinne des Worts entwickeln, sondern wo der ursprüngliche Eikeim, nachdem er den Eikeiter passirt hat, Gefäße ausschickt, welche Verbindungen mit dem Innern einer Höhle im mütterlichen Körper eingehen, aus dem das Ei seine Nahrung erhält, und in welchem es bis zur Zeit seiner Geburt eine beträchtliche Größe erreicht.

4) Beutelthiere, animalia marsupialia, heißen alle diejenigen, welche, wie das Känguruh und das Opossum, mit

Taschen an ihrem Unterleibe versehen sind, in welchem ihre, schon in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung geborene Jungen aufgenommen, und mit Milch ernährt werden, welche die innerhalb jener Taschen gelegene Drüsen absondern. In so ferne nun, als die Jungen in diesen und den übrigen (Nr. 3) Fällen mit Milch ernährt werden, die von eigenen Drüsen, welche man die Milch- oder Brustdrüsen, mammae, nennt, abgesondert wird, hat die ganze Classe von lebendig gebärenden und Beutelthieren wegen dieses charakteristischen Umstandes den Namen Mammalien oder Säugethiere, animalia mammalia erhalten.

II. Capitel.

Gesetze und Erscheinungen der organischen Entwicklung.

Schon das Studium der organischen Körper in ihrem vollendeten Zustande muß uns zu den höchsten Begriffen von dem großen Schöpfer jener unermeßlichen Reihe von Wesen leiten, die sich von der niedrigsten Pflanze zu den wolkenanstrebenden Bewohnern der Wälder, von dem kleinsten Thierchen bis zum gewaltigen Elephanten und dem riesenhaften Walfische erstrecken. Aber es giebt noch eine besondere Abtheilung im Gebiete der Naturwissenschaften, welche zwar dem Auge der gewöhnlichen Beobachtung entrückt ist, dem philosophischen Forscher aber Gegenstände darbietet, die sein größtes Interesse in Anspruch nehmen, und nicht weniger geeignet sind, demselben die erhabensten Ideen von den unüberschwänglichen Eigenschaften der göttlichen Allmacht einzuflößen. Denn nirgends finden sich für den nachdenkenden Geist die Beweise der Macht, Weisheit und Güte Gottes klarer geoffenbart, und in größerem Glanze strahlend, als gerade in den Erscheinungen der Entwicklung und

Bildung jener Wesen und in den Gesetzen des fortschreitenden Baues ihrer so wundervollen Organisation.

Unsere Aufmerksamkeit auf die Entwickelungsgesetze wurden bereits in einem früheren Theile dieser Abhandlung durch die allmähligen Veränderungen erregt, welche man in den Verwandlungen der geflügelten Insecten*) und den froschartigen Reptilien begegnet. Diese Erscheinungen sind zu auffallend, als daß sie selbst von den frühesten Naturbeobachtern hätten übersehen werden können; allein nur die mühevollen Untersuchungen neuer Naturforscher haben zu noch viel merkwürdigeren Entdeckungen geführt, und gezeigt, daß alle Wirbelthiere, selbst diejenigen, welche den höheren Classen derselben angehören, wie die Vögel und Säugethiere, den Menschen selbst nicht ausgenommen, in den früheren Stadien ihrer Entwicklung eine Reihe von Veränderungen durchlaufen, die gerade eben so groß und merkwürdig sind, als die Metamorphosen oder Verwandlungen der niederen Thiere. Diese Untersuchungen haben es ferner außerordentlich wahrscheinlich gemacht, daß die einzelnen Organe des Systems, anstatt gleichzeitig im Keime vorhanden zu seyn, erst in einer bestimmten Reihefolge nach einander entstehen, und keineswegs die Resultate bloßer Ausdehnung und Vergrößerung präexistirender Rudimente sind, sondern wahrhaft neue Bildungen, die aus der Vereinigung gewisser Elementargewebe hervorgehen, welche letztere selbst einem allmäligen Zusammenketten und Anfügen der sie zusammensetzenden Stoffe ihre Entstehung verdanken. Bei der Betrachtung dieser unendlichen Verkettung von Mitteln und Zwecken, von Ursachen und Wirkungen, welche sich bei der Bildung und Anordnung der zahlreichen Organe, aus denen die thierische Maschiene zusammengesetzt ist, in ununterbrochener Thätigkeit befinden, sich den zu erreichenden Absichten gemäß verschiedentlich modificiren, und sich zu einem eben so harmo-

*) Die Untersuchungen von Nordmann über verschiedene Arten von Lernaea haben eine höchst merkwürdige Reihenfolge von Formen in dem Entwicklungsprozeß eines und desselben Thieres kennen gelehrt.

nischen als wirksamen Systeme vereinigen, ist es unmöglich, nicht zur höchsten Bewunderung des ausgedehnten und tiefen Planes der Vorsehung hingerissen zu werden, welcher auch die äußersten Gränzen unserer Einsicht noch weit hinter sich zurückläßt, und selbst alle menschliche Einbildungskraft hoch übersteigt *).

Der klarste Beweis eines ausgebreiteten und weisen Planes läßt sich aus der Beobachtung der Ordnung hernehmen, in welcher sich die neuentstehenden Organe allmählig weiter entwickeln, und dem wachsenden Organismus angefügt werden. Denn jene Ordnung scheint in allen Fällen als die am besten berechnete, um die Ausübung der ihnen anvertrauten Functionen zu sichern, und den allgemeinen Endzweck des ganzen Systems zu befördern. Der zuerst gebildete Apparat ist immer derjenige, welcher zum Bestehen des Lebens am unmittelbarsten nothwendig ist, und dessen Verrichtungen zur Vollendung aller übrigen Bildungen erfordert werden; zugleich aber ist für die Entstehung aller derjenigen Theile Sorge getragen worden, welche einem jeden der organischen Systeme, im Verhältniß seiner Entwicklung, mechanischen Schutz und Unterstützung gewähren sollen. Ebenso wurden die Grundlagen zu den künftigen höheren Vermögen vorbereitet, indem sich die Organe der äußeren Sinne ziemlich früh entwickeln, deren Verrichtung zur einstigen Entfaltung der geistigen Fähigkeiten, die einen so weiten Kreis von Vorstellungen

*) „Wenn man," sagt Cuvier, wo er von der Anatomie der Insecten spricht, „einer jeden dieser Species in Gedanken, — was aber für einen Menschen in der That für alle auszuführen, gänzlich unmöglich wäre — eine Organisation beilegt, die ungefähr an künstlicher und verwickelter Zusammensetzung derjenigen gliche, welche Lyonet in der Weidenraupe, und Strauß-Dürkheim beim Maienkäfer beschrieb, dabei aber in jedem Insecte mehr oder weniger verschieden wäre; so könnte man sich vielleicht einen annähernden Begriff von diesem unermeßlichen Reichthum und diesen Millionen und aber Millionen von Organen und Theilchen machen, die überall sich gegenseitig auf einander beziehend, und stets miteinander in Uebereinstimmung stehend, in dem großen Schöpfungswerke der Natur enthalten sind." (Histoire des Progrès des Scienc. Naturelles. IV. 145.)

und Handlungen zu umfassen bestimmt sind, den wesentlichsten Beitrag liefern muß. So wechseln in den früheren eben so wohl, als in den späteren Lebensperioden die Zwecke der Natur, je nachdem die Nothwendigkeit der Umstände und Verhältnisse es gebietet. Anfangs werden alle Kräfte des Lebens darauf verwendet, den Körper zu entwickeln und zunächst jene Organe auszubilden, welche von dem größten unmittelbaren Nutzen sind, wobei dessen ungeachtet die entfernteren aber wichtigeren Endzwecke doch nicht aus den Augen verloren werden. Zur Erreichung jenes ersten Zweckes werden unabläßige Anstrengungen gemacht, die im Verhältniß zu der Größe des vorgezeichneten Planes stehen, und Veranlassung zu einer schnellen Aufeinanderfolge verschiedener Formen, sowohl in Beziehung auf die Gestalt jedes einzelnen Organs, als in Betreff der Bildung des gesammten Körpers, geben.

In den früheſten Entwickelungserscheinungen zeigen Pflanzen und Thiere einen auffallenden Unterschied, der den wesentlichsten Verschiedenheiten in den beiderseitigen Bestimmungen dieser zwei großen Ordnungen organischer Wesen entspricht. Der erste Zweck der vegetabilischen Bildung scheint die Einrichtung und Herstellung der Ernährungsfunctionen zu seyn; dem zu Folge beobachten wir auch, wo immer ein Same zu keimen beginnt, als das erste Zeichen seiner Entwickelung die Erscheinung eines Theils, welchen man das Federchen, plumula, nennt; es ist dies ein Büschel gefiederter Fasern, welche aus der den Keim umgebenden Hülle hervorbrechen, und welche, was für eine Stellung sie auch ursprünglich gehabt haben mögen, sich sogleich in vertikaler Richtung auszudehnen beginnen, während zu derselben Zeit zarte Fäden die man das Würzelchen, radicula, heißt, nach unten hervorbrechen, um die Wurzeln der Pflanze zu bilden. Auf diese Art sind schon frühe die Mittel zur Auffaugung und Luftathmung des Nahrungsstoffes herbeigeschafft worden, welcher das Material für das künftige Wachsthum der Pflanze, so wie zum Schutz und zur Erhaltung derjenigen Organe liefert, durch welche jene Prozesse vor sich gehen. Die thierischen Lebenskräfte aber, welche dazu bestimmt sind, einer höheren Ordnung von Vermögen zu dienen, sind durch eine

Klasse von Functionen und Organen bedingt, von denen man in den Pflanzen keine Spur entdecken kann, nämlich denen des Nervensystems. Wenn man die frühesten Anfänge der organischen Bildung in den durchsichtigen gallertartigen Körperchen, welches mit seinen drei umkleidenden Hüllen den Embryo eines Vogels darstellt, aufmerksam beobachtet, so erblickt man eine schmale dunkle Linie auf der Oberfläche der äußersten Hülle als den ersten dunklen Gegenstand, der sich dem Auge darbietet. Dann entstehen zwei Streifen, eine auf jeder Seite der dunklen Linie *), und indem sich die Ränder derselben vereinigen, bilden sie bald einen Kanal, der einen halbflüssigen Stoff enthält, aus welchem, indem er eine festere Consistenz annimmt, zwei dünne und zarte Fäden entspringen, welche, parallel verlaufend, neben einander liegen, jedoch durch einen gewissen Zwischenraum von einander getrennt werden. Dies sind die Uranfänge des Rückenmarks, oder des Centralorgans der Nervenkraft, von dessen Eigenschaften und Wirkungen die gesammte Beschaffenheit des werdenden organischen Wesens abhängt und bestimmt wird. Zunächst nachher unterscheidet man eine Anzahl von Puncten, die gleichweit von einander abstehen, und in zwei Reihen geordnet sind, von welchen je eine an den Außenseiten jener so eben beschriebenen Rückenmarksfäden verläuft. Dies sind die Rudimente der Wirbel, d. h. Theile, welche künftig zum Schutz des Rückenmarks nothwendig werden, und die bald genug zu demselben Zweck Ringe bilden, welche letzteres Organ umfassen **).

Nach der Erscheinung der Elementarfasern des Rückenmarks folgt bald die Entwickelung seines oberen oder vorderen Endes, aus welchem drei Bläschen entstehen, an deren jedem sich weiße Knötchen bilden; dies ist die Grundlage des künftigen Gehirnes. Diese Knötchen sind anfangs paarweise, und

*) Die plicae primitivae Pander's; die laminae dorsales Bär's. Vergleiche den Aufsatz über Embryologie von Dr. Alln. Thomson in the Edin. New Phil. Journal für 1830 und 1831.

**) Diese Ringe wurden von einigen naturphilosophischen Physiologen mit denjenigen verglichen, welche das Scelet der Anneliden zusammen setzen.

in der Länge nach verlaufenden Reihen geordnet, gleich jenen Nervenknoten, welche die bleibende Form des Gehirns der niederen Fische darstellen. Bei den Vögeln aber häufen sie sich bald in eine rundliche Masse zusammen, während zu der nämlichen Zeit die zwei Rückenmarksfäden sich einander genähert haben, und zu einem einzigen Strange verschmolzen sind; eine Form, welche sie für immer nachher beibehalten. Schon in dieser frühen Periode erschienen die Rudimente der höheren Sinnesorgane (zuerst das Auge und nach demselben das Labyrinth des Gehörs); während dagegen die ersten Spuren der Füße und Flügel sich erst dann erkennen lassen, wenn das Gehirn bereits eine größere Dichtigkeit und Entwicklung erreicht hat. Etwas später bilden sich die Nerven aus, welche die Organe der Empfindung und Bewegung mit dem Gehirne und dem Rückenmark in Verbindung setzen, und nur nach und nach vereinigen sie sich mit diesen Mittelpuncten des Nervensystems.

Obgleich auf diese Art der Plan zu dem künftigen Gebäude in Umrissen angedeutet, und der Grund desselben in dem gleichartigen Fluidum durch die einfachsten Wirkungen der Lebenskraft bereits gelegt worden ist, so verlangt der weitere Ausbau noch eine andere Maschinerie, welche die Bestimmung hat, die dazu nothwendigen Materialien zu sammeln und zu vertheilen. Hier könnte man erwarten, auf eine Wiederholung jener vegetativen Prozesse zu stoßen, welche den gleichen Zweck beabsichtigen, und den nämlichen Mitteln zu begegnen, welche denselben erfüllen; allein der Grundcharacter der ganzen organischen Einrichtung dieser beiden Naturreiche ist so verschieden, daß wir auch in dem Mechanismus, der zu ihrer Bildung angewendet wird, keine Aehnlichkeit entdecken können. Für die Zwecke des thierischen Lebens war es nothwendig, die Nahrungssäfte in einen lebhaften Kreislauf zu bringen, vermittelst eines sich durch den ganzen Organismus verbreitenden Gefäßsystemes. Die Natur eilt nun, diesen wichtigen hydraulischen Apparat aufzustellen, ohne welchen das organische Bauwerk nicht fortschreiten könnte. Welche Bewegungen der durchsichtigen Nahrungssäfte in den frühesten Perioden statt-

finden, bleibt uns natürlich unbekannt, weil wir ihnen erst dann mit unseren Augen folgen können, wenn der Nahrungsstoff, den jene Säfte enthalten, sich in der Form dunkler Kügelchen verdichtet hat. Diese Kügelchen erblickt man zuerst, wie sie sich in der ganzen Masse herumschlängeln, ohne in Gefäßen eingeschlossen zu seyn; dann aber entdeckt man ein ringförmiges Gefäß, das durch die Falten der Hülle des Embryo's gebildet wird, innerhalb dessen die Flüssigkeiten ohne irgend eine bestimmte Richtung und Ordnung, bald vor-, bald rückwärts sich bewegen *). Ein zartes Gefäßnetz bildet sich nur zunächst an verschiedenen Stellen im Hofe jenes Gefäßrings; jene Stellen vereinigen sich nach und nach durch die Entstehung von Verbindungssäften, und es erzeugen sich zuletzt größere Stämme, so daß zuletzt ein mehr allgemeines Gefäßsystem hervortritt. Aber bald bedarf es einer größeren Kraft, um diesen ausgedehnteren Kreislauf im Gange zu erhalten; deswegen muß für ein Centralorgan der Blutbewegung, für ein Herz gesorgt werden, dessen Bildung nunmehr an einem Mittelpuncte damit begonnen wird, daß eine Platte der mittleren Hülle des Embryos sich einwärts stülpt, und zuerst eine einfache Grube bildet; nach einiger Zeit wird dieselbe durch Vereinigung ihrer nach auswärts stehenden Ecken und Ränder in eine Art von Sack verwandelt, welcher sich bald in eine längliche Röhre ausdehnt **). Zunächst muß nun diese Röhre — das rudimentäre Herz — mit den benachbarten Gefäßstämmen in Verbindung gebracht werden, und dies geschieht dadurch, daß diese sich nach und nach verlängern, bis ihre Höhlungen einander erreichen und vereinigt werden. Ein Theil der Gefäßstämme (die künftigen Venen) verbindet sich zuerst mit dem vorderen Ende der Herzröhre, ein anderer Theil (die

*) Diese Erscheinungen lassen sich mit denjenigen vergleichen, welche man an den Larven einiger Insecten und anderer niederer Thiere beobachtet.

**) Die Entdeckung dieser Thatsache verdanken wir Pandern. Vergleiche auch die Werke von Rolando, Wolf, Prevost und Dumas, und Serres.

künftigen Schlagadern) mit dem hinteren Ende derselben. Die Anfügung dieser Centralröhre zu den vorher gebildeten Gefäßen vervollständigt den Zusammenhang ihres Verlaufes, so daß jetzt der Blutumlauf in der Richtung vor sich zu gehen beginnt, in welcher er nachher beständig zu fließen hat, und wir nunmehr jenes Centralorgan als wirkliches Herz erkennen, welches unter dem Namen punctum saliens durch seine schnellen und regelmäßigen Pulsationen beweist, daß es bereits seine ihm eigenthümliche Function zu verrichten begonnen habe. Doch erscheint dasselbe zuerst in die Länge gezogen, ehe es diejenige Form annimmt, welche es später beständig erhält; denn anfangs ist es nur eine langgestreckte Röhre, an der man drei Erweiterungen wahrnimmt, welches die Höhlungen für die künftigen Herzohren, Kammern und des Aortenbulbus sind. Mit der Zeit erhält es eine rundliche Form, indem sich seine einzelnen Theile zusammendrängen, und gleichsam wie in einen Knoten aneinander legen. Dadurch erhalten dieselben bereits diejenigen gegenseitigen Lagen, wie wir sie nahe zu auch in dem gänzlich entwickelten und vollendeten Organe antreffen.

Gleicherweise unterliegen auch die Blutgefäße einer Reihe von Veränderungen, die eben so beträchtlich sind, als die des Herzens, und welche die Anordnung und den Verlauf derselben gänzlich umgestalten. Serres behauptet, daß in der frühesten Lebensperiode alle Organe, selbst solche, die man gewöhnlich als unpaarig beobachtet, doppelt vorhanden seyen, oder paarweise gebildet würden; das eine derselben liege rechts, und das andere, dem ersten genau ähnliche Organ links an der Mittellinie des Körpers, gleich wie wenn das eine das aus einem Spiegel zurückgeworfene Bild des andern wäre. *)

*) Einem merkwürdigen Beispiele dieser Neigung zur symmetrischen Verdopplung der Organe begegnen wir in einem sehr sonderbaren Schmarozerthiere, welches sich an den Kiemen von Cyprinus brama festzusetzen pflegt, von Nordmann neuerlichst untersucht wurde und von ihm den Namen Diplozoon paradoxum deßwegen erhielt, weil es zwei verschiedenen Thieren von läng-

So verhält es sich wenigstens das ganze Leben hindurch mit den Sinnorganen, und dem Bewegungsapparate des thierischen Körpers, und es ist so eben gezeigt worden, daß jene Theile des Nervensystems, die in der Mittellinie des Körpers gelegen sind, wie Gehirn und Rückenmark, ursprünglich aus zwei von einander getrennten Stücken bestehen, die erst später sich nähern und in ein unpaariges Organ vereinigen. Ebenso sahen wir auch, daß die Blätter, welche das Herz formiren, anfangs doppelt sind, und erst nachher durch ihre Vereinigung eine einfache Höhle bilden. Die Wirkung desselben Gesetzes bemerkt man nun auch in der Bildungsgeschichte derjenigen Gefäßstämme, die in der Mittellinie liegen und allgemein nur einfach vorhanden sind, wie die Aorta und die Hohlvene; denn jedes dieser Gefäße bildet sich ursprünglich durch die Verschmelzung zweier Stämme, die parallel mit einander verlaufen, und anfangs durch einen beträchtlichen Zwischenraum von einander getrennt sind; allmählich aber nähern sie sich, berühren einander, und verwandeln sich schnell, durch Aufsaugung der Berührungsflächen, in einfache Röhren auf eine beträchtliche Strecke ihres Verlaufes hin. *)

Die Natur, welche mit höchster Aufmerksamkeit alle Bedürfnisse des Systems im Voraus berücksichtigt, hat den Embryo

---

lichter Körperform gleicht, deren jedes unter einem stumpfen Winkel zusammengebogen, und die zugleich so mit einander verbunden sind, daß sie die Gestalt des Buchstabens X haben. Die rechten und die linken Hälften dieses Kreuzes sind sich in ihrer Organisation vollkommen gleich, und jede besitzt ein vollständiges und unabhängiges System von Organen, ausgenommen daß sich die beiden Dauungsschläuche im Mittelpuncte des Kreuzes vereinigen, und eine einfache Höhle oder Magen darstellen. (Annales des Sciences Naturelles, XXX. 373.)

*) Diese Beobachtungen wurden zuerst von Serres (Annal. des Sc. Nat. XXI. 8.) gemacht, und die Untersuchungen von Dr. All. Thomson haben die Genauigkeit derselben bestätigt. Bei den Reptilien geschieht die Vereinigung oder Verschmelzung der beiden ursprünglichen Stämme der Aorta nur an ihrem hinteren Theile, während der vordere Theil derselben beständig doppelt bleibt.

mit einem reichlichen Vorrath von Nahrungsstoff umgeben, der zur Lebenserhaltung des Küchleins und zur Bildung seines Körpers hinreicht, so lange dasselbe im Ei eingeschlossen ist, und also von Außen keine Nahrung erhalten kann. Allein mit derselben Berücksichtigung künftiger Zustände zögert die Natur nicht länger als zur vollkommenen Einrichtung des Blutkreislaufes nothwendig ist, mit der Bildung der Verdauungswerkzeuge, von deren Thätigkeit die Erhaltung des Thiers ausserhalb des Eies abhängt. Der Verdauungskanal, von dem in den früheren Lebensperioden noch keine Spur zu erkennen ist, entsteht nun durch die Bildung zweier Blättchen, welche aus Falten der innersten den Embryo umgebenden Hülle und auf der der Bildungsstelle des Rückenmarks entgegengesetzten Oberfläche derselben entspringen. Diese Blättchen, welche anfangs getrennt und von einander abgesondert sind, nähern sich später, und werden dadurch, daß ihre entgegengesetzten freien Ränder mit einander verschmelzen und verwachsen, in einen Kanal verwandelt, *) der anfangs seiner ganzen Länge nach von gleichem Durchmesser ist, später aber an verschiedenen Stellen ausgedehnt und erweitert wird; diese Stellen entsprechen dem Kopfe, dem Magen und Vormagen u. s. w., in welche Organe jene Erweiterungen sich auch verwandeln, so bald die Zeit gekommen ist, wo sie ihre Verrichtungen beginnen müssen. Diese neugebildeten Organe werden, obgleich jetzt noch in einem rudimentären Zustande sich befindend, bereits zur Verrichtung der ihnen eigenthümlichen Functionen angeleitet, indem sie durch einen, vorübergehend zu diesem Zwecke bestimmten, Kanal Dotterflüssigkeit in ihre Höhlungen zugeführt erhalten, und Nahrungsstoff aus derselben bereiten.

Während dies so vor sich geht, ist für die Luftathmung der Säfte durch ein ausgebreitetes, aber gleichfalls nur vorübergehendes Gefäßsystem, bereits Sorge getragen worden; dieses Gefäßsystem verzweigt sich auf der Eihaut und erhält die Einwirkung des Sauerstoffes der Atmosphäre durch die Substanz der Schale,

*) Wolff hat diese Entdeckung zuerst gemacht.

welche porös genug ist, um die Luft durchzulassen; die Gefäße der Eihaut aber stehen mit dem Kreislaufsystem des Küchleins in Verbindung, und führen seinem Blute jenes belebende Agens zu. Da die Lungen nicht früher ihre Verrichtungen beginnen können, als bis der Vogel aus seinem Gefängniß befreit ist, und somit es auch hinreicht, wenn sie erst bis zu jenem Zeitpunkt vorbereitet sind, so befinden sich diese Organe unter den letztern Bildungen; und weil ferner der Mechanismus der Respiration in dieser Thierklasse die Beihülfe des Zwerchfells nicht bedarf, so wird die Bildung dieser muskulosen Scheidewand nur begonnen, aber nicht vollendet, und es findet deßwegen zwischen der Brust und Unterleibshöhle der Vögel keine vollständige Trennung statt.

Das stufenweise Fortschreiten der organischen Metamorphose tritt gleichfalls in der Bildungsgeschichte der Athmungsorgane hervor, welche nothwendig in den verschiedenen Lebensperioden um den wechselnden Medien, in welchen das Thier athmet, zu entsprechen, manchfache Abänderungen erleiden müssen. Hievor sahen wir bereits bei denjenigen Insecten ein Beispiel, welche, nachdem sie ihren Larvenzustand im Wasser zubrachten, dasselbe verlassen, sobald sie ihre Flügel erhalten haben; ein zweites Beispiel beobachteten wir in den Uebergangszuständen von der Kaulquappe zum Frosche. Aehnlichen, wenn gleich weniger auffallenden Verwandlungen begegnet man auch bei den höheren Wirbelthieren, während der Zeit ihrer frühesten Bildung, und sie entsprechen den verschiedenen Arten der Luftathmung je nach der Entwicklungsperiode des Thiers. Im allerfrühesten Zustande gleicht auch bei ihnen dieses Geschäft dem bei den Wasserthieren, und erfordert zu seinem Fortgange nur die einfachere Form des schon früher beschriebenen Herzens, das aus einer Reihe von Höhlungen besteht. Das organische System aber, welches endlich die Bestimmung erhalten hat, atmosphärische Luft zu athmen, muß nach und nach für diese veränderte Umstände modificirt werden, und deßwegen zerfällt das Herz der Vögel und Säugethiere in zwei Abtheilungen oder Hälften, welche der doppelten Function, die sie zu verrichten haben, entsprechend sind.

Zu diesem Zwecke bildet sich ein Trennungswall in der Höhle des Herzens; dieser beginnt rings am inneren Umfang der Herzkammer, und erstreckt sich nach und nach bis gegen den Mittelpunkt, wo noch eine Zeit lang ein Verbindungsweg zwischen der rechten und linken Höhle offen bleibt. Später schließt sich aber auch diese Oeffnung, und nunmehr ist die Herzkammer wirklich in zwei Höhlen getheilt. Sodann wird auch die, anfangs nur einfache, Vorkammer, doppelt, jedoch nicht durch das Hervorwachsen einer Scheidungswand, sondern durch Einwärtsfaltung ihrer Seiten längs einer Mittellinie, wie wenn sie an dieser Stelle, die sich allmählig verdickt, durch einen Faden eingeschnürt worden wäre. Die Spaltung, welche den Ventrikel oder die Herzkammer in zwei Hälften schied, setzt sich in den Stamm der Hauptarterie fort und theilt ihn dadurch in zwei Kanäle ab, welche später zu besonderen Gefäßen werden. Dasjenige derselben, welches aus der linken Herzkammer entspringt, ist die Aorta, und das andere, welches von der rechten Herzkammer ausgeht, nennt man die Lungenschlagader; jedes dieser Gefäße ist zu einer eigenthümlichen Verrichtung bei dem nun bald zu beginnenden doppelten Kreislaufe bestimmt. *)

Eine fernere Art von Umwandlung und Theilung der Blutgefäße, welche die größte Aehnlichkeit mit der so eben beschriebenen zeigt, geht in denjenigen derselben vor, die an jene Reihe von Organen gehen, welche anfangs für den Athmungsprozeß bestimmt sind, und welche den Kiemen gleichen. Diese Metamorphose läßt sich am deutlichsten bei den Fröschen verfolgen; **) wir sehen nämlich bei diesen Thieren den Stamm der Aorta nach und nach durch Zweige getheilt werden, welche er in Form von Schlingen aussendet, die sich der Länge nach ausbreiten und wieder weitere Verästlungen in einer Art eingehen, die dem quastenförmigen Aufdrehen der Fäden eines

*) Die hauptsächlichsten Gewährsmänner für die hier erzählten Thatsachen sind Bär und Rolando. Vergleiche auch die bereits angeführte Abhandlung von Dr. Thomson.

**) Siehe die Forschungen von Rusconi und Bär über diesen Gegenstand.

Seiles ziemlich gleicht; einer jeden dieser Verästlungen geht die Bildung einer doppelten Scheidewand in der Höhle der Röhre voran, und zuletzt stellt das Ganze ein außerordentlich verzweigtes System von Kiemenarterien und Kiemenvenen dar. Alles dieses aber sind nur vorübergehende Bildungen; denn wenn die Zeit der Verwandlung heranrückt und die Kiemen allmählig außer Dienst kommen, so werden alle diese Gefäße nach einander unwegsam und obliteriren; endlich bleiben nur noch die beiden Aorten zurück, welche sich weiter unten zu einem einzigen Stamm vereinigen, und von welchen die Lungenschlagadern ausgehen, deren Bestimmung es ist, die Masse des Bluts ganz oder theilweise den neu entwickelten Athmungsorganen, den Lungen, zuzuführen.

Durch einen ähnlichen Prozeß fortgesetzter Gabelspaltungen (bifurcatio) oder durch das Absenden von Zweigen in der Form von Schlingen entwickeln sich auch in andern Theilen des Körpers neue Blutgefäße, wie man dies besonders an dem Floßenschwanz und den äußeren Ohren des Frosches und der kleinen Eidechse beobachtet hat, welche Theile bei diesen Thieren einer mikroskopischen Untersuchung keine Schwierigkeiten darbieten. *)

Zu gleicher Zeit macht der Bau des Knochengerüstes merkliche Fortschritte. Die Formen der hauptsächlichsten Knochen werden zuerst aus einer gallertartigen Substanz gleichsam modellirt, welche sich nachher in Knorpel verwandelt. Diese Metamorphose beginnt an der Oberfläche und schreitet von da gegen den Mittelpunkt eines jeden Elementarstücks der künftigen Knochen fort. So bildet sich vorübergehend ein festes und zugleich elastisches Gerüste, welches dem nachgiebigen Gewebe der erst entstehenden Organe ganz angemessen ist. Zuletzt wird das ganze Gerüste noch von einem äußern Walle umgeben, dessen Bau von der Rückengegend beginnt, und rund um beide Seiten des Körpers fortgeführt wird, bis die

*) Dies ist das Resultat der mit einander übereinstimmenden Beobachtungen von Spallanzani. Fontana und Döllinger.

beiden Theile in der Mittellinie des Unterleibs zusammentreffen, wo sie sich endlich in eine allgemeine und überall zusammenhängende Umhüllung vereinigen. Die Augen, welche bis daher ohne Schutz waren, erhalten nun zu diesem Zweck besondere Organe; es bilden sich nämlich Augenlieder, welche aus einer weiteren Ausdehnung und Faltung jener allgemeinen Bedeckungen entstehen; vom größeren Theil der Oberfläche des Körpers sproßt ein Flaum hervor, welcher, wie schon früher angeführt wurde, die Bestimmung hat, den Vogel zur Zeit seines Austritts aus der Eischale zu schützen. Aber diese harte Schale, welche unterdessen dem Küchlein Sicherheit gewährte, steht nunmehr seiner Befreiung im Wege, und um diese zu erlangen, muß der junge Vogel die Mauern seines Gefängnisses mit Gewalt durchbrechen; allein sein Schnabel ist jetzt noch viel zu weich und zart, um die zu diesem Zwecke nothwendige Gewalt anwenden zu können. Hier aber finden wir einen neuen Beweis von berechneter Beihülfe der Natur, welche dem jungen Vogel an seinem Schnabelende einen spitzen, hornartigen Fortsatz wachsen ließ, der ganz allein zu dem Zwecke bestimmt ist, das Küchlein in Stand zu setzen, seine Schale zu sprengen und ein hinreichend großes Loch hinein zu picken, durch welches dasselbe auskriechen kann, um eine neue Lebensperiode zu beginnen. Daß jener Hornfortsatz ausschließend zu diesem vorübergehenden Gebrauch bestimmt ist, erhellt aus dem Umstande, daß er im Verlaufe von drei bis vier Tagen von selbst wieder abfällt, nachdem er einmal seinen oben angegebenen Zweck erfüllt hat.

Der Vogel hat nun zwar seine Freiheit erlangt, ist aber noch nicht im Stande für seine Nahrung selbst zu sorgen und muß daher von seinen Eltern noch so lange gefüttert werden, bis er seine Flügel gebrauchen kann und die Kunst gelernt hat, sein Futter zu sammeln. Die Taube sondert in ihrem Kropfe einen eigenthümlichen Stoff ab, mit welchem sie ihre Jungen ätzt. Bei den Säugethieren sind zu demselben Zweck Drüsen vorhanden, deren Geschäft es ist, Milch zu bereiten; eine Flüssigkeit, die nach ihren chemischen Eigenschaften betrachtet, für die

Kräfte der Verdauungsorgane, wenn sie ihre Functionen eben erst zu verrichten beginnen, ganz vortrefflich berechnet und geeignet ist. Die Walfische besitzen gleichfalls Milchdrüsen; da aber die Bildung des Mauls und der Brust der Jungen dieser Thierklasse zum Säugen durchaus ungeeignet erscheint, so war es eine sehr schwierige Aufgabe, die Art und Weise zu erfahren, wie diese jungen Thiere zu der für sie bestimmten Nahrung gelangen können. Eine neuere Entdeckung von Geoffroy St. Hilaire scheint jedoch das Geheimniß wenigstens in Beziehung auf Delphinus globiceps entschleiert zu haben; er fand nämlich, daß jede der Milchdrüsen dieser Thiere einen geräumigen Behälter einschließt, in welchem sich die Milch ansammelt, und welchen der Delphin durch die Wirkung der umgebenden Muskeln auf einmal in das Maul seines Jungen entleeren kann, ohne daß letzteres irgend eine Saugbewegung zu machen nothwendig hätte. *)

Wenn man den kurzen Ueberblick, welchen ich in dem Bisherigen von den merkwürdigsten Perioden der früheren Bildungsgeschichte des Organismus zu entwerfen bemüht war, mit denjenigen Thatsachen in Verbindung bringt, welche bereits an verschiedenen Stellen dieses Werks, namentlich in Beziehung auf die Bildung und Entwicklung der Knochen, Zähne und Haare, der Stacheln des Stachelschweins, der Hirschgeweihe und der Vogelfedern angeführt worden sind; so kann dies zum Beweise hinreichen, daß alle diese Metamorphosen von Gesetzen geleitet und beherrscht werden, die nach den tiefsten Einsichten von den künftigen Lebensverhältnissen und Bedürfnissen des Thieres bemessen und aufgestellt wurden. Zu den auffallendsten und am wenigsten erwarteten Resultaten dieser Reihe von Untersuchungen gehört der doppelte Ursprung aller und selbst solcher Theile des Körpers, welche nachher als einfache Organe erscheinen, so wie die Ordnung und Folge der Bildung und Entstehung derselben, welche in jedem System des Körpers mit denjenigen Organen beginnt, welche vom Mittelpuncte am

*) Der Bericht über diese Entdeckung ist in einem Aufsatze enthalten, der den 24. März 1834 dem Institut vorgelegt wurde.

entfernteſten liegen, und nach einwärts, gegen die Mittellinie zu fortſchreitet. *) Sehr auffallen müſſen uns auch die zahlreichen Uebergangsformen, welche jedes Organ zu durchwandern hat, bis es ſeine letzte und verhältnißmäßig bleibende Form und Geſtaltung erhält, und bewundern müſſen wir den ausgedehnten Apparat der errichtet und in Thätigkeit geſetzt wird, um alle dieſe Verwandlungen zu bewirken. Endlich dürfen wir weder die deutlichen Beiſpiele von einer beſonders ſcharfſinnigen Erfindungsgabe in der Bildung ſo mancher nur vorübergehenden Vorrichtungen überſehen, die gleich dem Gerüſte eines Gebäudes dazu dienen, die Baumaterialien im Verhältniſſe ihres Bedarfs herbeizuſchaffen; noch können wir uns ſträuben, den Beweis eines vorausſehenden Planes in der regelmäßigen Ordnung zu erkennen, in welcher das Bauwerk fortſchreitet und jedes Organ zu rechter Zeit durch die Herbeiſchaffung friſcher organiſcher Theilchen mittelſt der Schlagadern wächſt, während der verbrauchte Stoff durch die abſorbirenden Gefäße weggeſchafft wird, und allmählig die Geſtalt annimmt, welche zur Verrichtung derjenigen Function erforderlich iſt, die ihm in dem ausgedehnten und ſo verwickelten Syſteme des thieriſchen Haushaltes beſtimmt und angewieſen wurde.

*) Das erſte dieſer Geſetze wurde von Serres, der dieſe Forſchungen am eifrigſten verfolgte, das Geſetz der Symmetrie, und das zweite, das Geſetz der Verſchmelzung genannt. Er behauptet, daß ſich dieſelben ſtrenge auf alle diejenigen Organe der Körpers anwenden ließen, welche, wie die Luftröhre, die Euſtachiſche Trompete, die Kanäle und Höhlungen der Knochen u. ſ. w. eine röhrigte Form beſitzen. Vergleiche die Einleitung zu deſſen Anatomie comparée du cervau, p. 25, und ſeine verſchiedenen Abhandlungen in den Annal. des Sc. Naturelles, Vol. XI. XII. XVI. und XXI. Eine vortreffliche Ueberſicht der hauptſächlichſten Beobachtungen in Betreff der Entwicklungsgeſchichte des Embryos wurde von Herbert Mayo in der dritten Ausgabe ſeiner „Outlines of Human Physiologie“ gegeben.

III. Capitel.

Zerfall und Auflösung des Organismus.

Den verschiedenen Entwicklungsstufen, durch welche die Natur das Individium auf den Standpunct seiner Reife und Vollendung leitet, bis ins feinste Detail folgen zu wollen, würde mit den Gränzen gegenwärtigen Werkes sich nicht vertragen. Wir müssen uns daher mit der mehr allgemeinen Bemerkung begnügen, daß während der Periode des zunehmenden Wachsthums des Körpers, die Assimilationskräfte angestrengt werden eine größere Menge von Nahrungsstoff zu bereiten, so daß durchschnittlich mehr Material angeschafft als verbraucht wird. Hat aber einmal der Organismus seine vorgeschriebenen Größedimensionen erreicht, so hält sich Verbrauch und Zufuhr nahe zu im Gleichgewicht; die Lebenskräfte werden nicht mehr länger zur Volumsvermehrung des Körpers, sondern zu seiner inneren Kräftigung und Vollendung und dazu verwendet, seine Organe zu einer ununterbrochenen Ausübung ihrer eigenthümlichen Functionen während einer langen Reihe von Jahren fähig zu machen.

Doch, während in dieser Weise jede Verrichtung des Körpers im Zustande eines normalen Gleichgewichtes erhalten werden, sind bereits schon gewisse Veränderungen im Zunehmen begriffen, die im geeigneten Zeitpuncte unvermeidlich ein Abnehmen und zuletzt eine Auflösung des gesammten Systems herbeiführen. *) Der Consolidations- oder Verdichtungsprozeß,

*) Aus den Untersuchungen De Candolle's möchte hervorgehen, daß der Pflanzenkörper nicht wie der der Thiere den zerstörenden Wirkungen innerlicher Ursachen unterworfen ist, weil die Agentien, welche vegetabilisches Leben zerstören, allezeit außerhalb desselben und seinen Verrichtungen gelegen sind. Jeder einzelne Baum ist gleichsam als eine Anhäufung von Schößlingen anzuse-

der schon in der frühesten Entwicklungsperiode begann, nimmt immer mehr zu, und veranlaßt in den thierischen Flüssigkeiten eine größere Verdickung derselben, und eine Abnahme ihrer gesammten Menge, in den festen Theilen aber eine Verminderung in dem Mischungsverhältniß der Gallerte, und eine Verwandlung dieses Elementarbestandtheils in Eiweiß. Dadurch nehmen alle Gewebe eine größere Straffheit an; die Zellgewebsubstanz wird weniger nachgiebig und dichter, und die festen Theile werden brüchiger und unelastischer; Sehnen und Bänder verlieren ihre Streckbarkeit, die Gelenke werden weniger geschmeidig, und da die Zusammenziehungskraft selbst abnimmt, so werden auch die Muskeln langsamer, schwerbeweglich und schwächer, und die Füße verlieren die elastische Federkraft der Jugend. Die Knochen nehmen an Härte und Zerbrechlichkeit zu; die Knorpel und Sehnen, die serosen Häute und die Wandungen der Blutgefäße bekommen stellenweise Ablagerungen von Knochenerde, und werden dadurch zu ihren Verrichtungen untauglich. Alle diese stets zunehmenden Veränderungen in der Beschaffenheit der Organe machen nun dieselben zwar langsam, aber unver-

---

ben, welche mit jedem Jahre seit dem Beginnen seines Wachsthums zunimmt. Obgleich nun durch die beständige Ablagerung von Holzstoff und der dadurch bewirkten Ausfüllung und Unwegsamkeit vieler Zellen und Gefäße, die Lebensenergie der innersten Holzschichten vernichtet und sie dadurch der Einwirkung fremder Agentien mehr unterworfen werden; so vegetiren doch die äußeren Lagen des Bastes und Splintes in ungeschwächter Kraft fort, und wenn diese letztere nicht durch Ursachen, die außerhalb ihres eigenen Wirkungskreises liegen, gestört wird, so kann der Baum sein Leben unendlich lange fortsetzen. Wenn wir jedoch auf der andern Seite jeden einzelnen Schößling als einen besonderen organischen Körper betrachten, und jede Bastschichte eine besondere Generation von Schößlingen darstellt, wodurch die älteren Schichten bedeckt und von den nachwachsenden allmählig eingeschlossen werden; so würde nach dieser Annahme das sehr hohe Lebensalter eines Baums mehr nur die Unsterblichkeit der Species, keineswegs aber die unendliche Dauer der individuellen Pflanze beweisen können.

meidlich immer weniger fähig, ihre Functionen gehörig verrichten zu können.

Zu den wichtigsten innerlichen Veränderungen, welche in Folge des fortschreitenden Alters eintreten, gehören jene, die im Gefäßsysteme vor sich gehen. Ein bedeutender Theil der zahlreichen Arterien, welche während dem Aufbau des Organismus in voller Thätigkeit sind, deren aber jetzt der Körper nicht mehr länger bedarf, werden gleichsam ihres Dienstes entlassen; sie ziehen sich zusammen, werden unwegsam und verschwinden nach und nach gänzlich. Die sämmtlichen Organe des Körpers können nun nicht mehr länger der die Gefäße ausdehnenden Kraft nachgeben, und setzen dadurch der fortstoßenden Gewalt des Herzens einen immer mehr zunehmenden Widerstand entgegen, während zu derselbigen Zeit jene Kraft selbst, wie alle übrigen, langsam abnimmt und schwächer wird. So entsteht ein Mißverhältniß zwischen den Lebenskräften und den Anforderungen, die an sie gemacht werden; der Verbrauch des Körpers übersteigt den Ersatz, und eine Verminderung der Energie wird in allen Verrichtungen bemerkbar.

Dies ist die unmerkliche Stufenleiter von Metamorphosen, auf der wir in das hohe Alter gelangen, welche uns, während der Strom der Zeit still dahin gleitet, plötzlich überfällt, ehe wir noch seine Annäherung gewahr werden. Aber dieselbe göttliche Vorsicht, welche bei unserer Geburt wachte, welche das Wachsthum unserer Organe beaufsichtigte, welche jedem derselben bei seinem Entstehen Leben einhauchte, und das gesammte System unverletzt zu seiner Vollendung und Reife führte, ist auch jetzt noch thätig, um die Verhältnisse, unter welchen dasselbe sich der Periode seiner Auflösung nähert, allenthalben zu ordnen und zu leiten. Neue Maßregeln werden ergriffen, neue Kräfte in Thätigkeit gesetzt, und neue Mittel aufgewendet, um das System den veränderten Umständen anzupassen, das wankende Gebäude zu unterstützen, und das Fortschreiten seines Zerfalls möglichst aufzuhalten. Im Verhältniß, als der Wiedererſatz des Nahrungsstoffes weniger leicht vor sich geht, wird im Verbrauche desselben eine größere Sparsamkeit beobachtet;

die materielle Grundlage des Körpers wird mit größerer Sorgfalt zu Rathe gehalten; die aufsaugenden Gefäße arbeiten, um unbrauchbar gewordene Theile zu entfernen, und wenn nun alle diese Maßregeln im Gange sind, so werden die Verrichtungen der Organe noch eine sehr lange Zeit hindurch fortgesetzt, ohne materielle Veränderungen herbeizuführen.

Ist nun aber die Zeit, welche für die Dauer des Organismus bestimmt wurde, abgelaufen, und hat er das Ende seines Daseyns erreicht, so kann das Gebäude nicht länger erhalten, und Maßregeln für seinen unvermeidlichen Zerfall müssen vorbereitet werden. Um eine richtige Ansicht über die wahren Zwecke der Natur in Betreff dieser letzten Lebensperiode gewinnen zu können, müssen wir die Erscheinung derselben in solchen Fällen studiren, in welchen das System der Wirkung ihrer Gesetze gänzlich überlassen bleibt. Dort, wo der Tod die einfache Folge des Alters ist, beobachtet man das Erlöschen der Lebenskräfte in einer Reihenfolge, die mit der ihrer Entwickelung gerade im umgekehrten Verhältnisse steht. Die geistigen Vermögen, welche die zuletzt ausgebildeten sind, erlöschen zuerst; ihre Abnahme beginnt mit denjenigen Seelenverrichtungen, welche auf eine mehr unmittelbare Weise mit dem physischen Zustande des Sensoriums zusammenhängen, und namentlich mit dem Gedächtniß, welches oft bereits sehr geschwächt ist, während die Urtheilskraft noch mit voller Energie wirkt. Die nächsten Vermögen, welche gewöhnlich durch das Alter leiden, sind die äußeren Sinne, und die Abnahme des Gesichts und Gehörs tragen noch weiter zur Schwächung der geistigen Vermögen dadurch bei, daß sie denselben viele Gelegenheit zu ihrer Uebung entziehen. Die wirkliche Zerstörung und Auflösung des Organismus beginnt jedoch erst dann, wenn eine beträchtliche Abnahme in den Verdauungs- und Assimilationsfunctionen eintritt; und die unmittelbarste Ursache eines schnellen Erlöschens des Lebens ist gewöhnlich die Hemmung, welche der Verlust der sensoriellen Kräfte, die zur Erhaltung der Bewegungen des Brustkastens nothwendig sind, im Athmungsgeschäft herbeiführt. Das Herz, dessen Pulsationen die ersten Lebenszeichen im Embryo waren, behält seine Vita-

lität im Allgemeinen länger, als irgend ein anderes Organ; da aber seine Kraft von der ununterbrochenen Oxydation des Bluts in den Lungen abhängig ist, so kann es die Unterbrechung dieser Function nicht überleben; so bald aber das Herz aufgehört hat zu schlagen, so kann man den Tod als in jedem Theil des Systems vollkommen eingetreten betrachten.

Es ist eine, in Beziehung zu den letzten Ursachen, wichtige Beobachtung, daß lange schon vor dem Beginnen dieser letzten aller Scenen, die diese wunderbare und thatenreiche Geschichte schließt, das Empfindungsvermögen gänzlich aufgehört hat, und daß der Todeskampf allein durch die vitalen Kräfte gekämpft wird, bei Abwesenheit alles Selbstbewußtseyns unseres empfindenden Ichs, dessen Erlöschen eine Zeit lang dem Absterben des Körpers voranzugehen scheint. Hierin sowohl, als in dem allmähligen Abnehmen der sensoriellen Vermögen, und in der darauf beruhenden Abstumpfung der geistigen und körperlichen Empfindungsfähigkeit des höheren Alters, müssen wir die weisen Anstalten einer sorgsamen und allgütigen Vorsehung erkennen, welche uns den Weg, auf welchem wir das Thal des Lebens hinabwandeln, freundlichst ebnet, und, indem sie einen narcotischen Schleier über das Todesbett ausbreitet, den letzten Augenblicken des scheidenden Bewußtseyns die Ruhe des Entschlummerns verleiht.

IV. Capitel.

Einheit des Schöpfungsplanes der organischen Welt.

Die Forschungen im Gebiete der Pflanzen- und Thier-Physiologie, welche wir so eben beendigt haben, führen uns zu dem allgemeinen Schlußsatze: daß Einheit des Plans und Ueber-

einstimmung in den Verrichtungen überall in der ganzen Natur herrschen; sie weisen ferner mit Bestimmtheit auf Eine große und letzte Ursache aller Dinge hin, die bekleidet ist mit den Attributen unendlicher Macht, Weisheit und Güte, deren allgewaltige Wirkungen den gränzenlosen Raum erfüllen, und deren erhabene Pläne die Ewigkeit umfassen.

Untersucht man die mannigfachen Bildungsformen und die verschiedenen Erscheinungen lebender Wesen, so muß man anerkennen, daß sie im weitesten Umfange, und vielleicht ganz allgemein durch gewisse Gesetze der Analogie unter sich verknüpft sind und zusammenhängen; ein Grundgesetz, dessen Anerkennung unsere Ansichten von einer Menge der wichtigsten Thatsachen, die sonst vereinzelt und unverständlich geblieben wären, erweitert und aufgeklärt hat. Daher sind auch die Naturforscher bei Classificirung der Gegenstände ihrer Studien nach ihren Aehnlichkeiten und Analogien in Familien, Ordnungen und Arten nur den Fußtapfen der Natur selbst gefolgt, welche in allen ihren Werken und Creaturen die anscheinend entgegengesetzten Grundsätze einer Aehnlichkeit im Allgemeinen und Ganzen, und der Verschiedenheit im Besonderen und Einzelnen zu einen wußte; so, daß die Arten, welche sie in einer und derselben Familie zusammenstellte, zwar individuell verschiedene Züge und Kennzeichen besitzen, ihre Familienähnlichkeit aber, als die Nachkommen gemeinschaftlicher Ureltern, doch nicht verläugnen können, worauf auch schon der Dichter mit den Worten

Facies non omnibus una,
Nec diversa tamen; qualem decet esse sororum.

angespielt zu haben scheint.

Wir sahen, daß in beiden großen Abtheilungen oder Reichen der organischen Natur dieselben allgemeinen Zwecke verfolgt werden, und derselbe allgemeine Plan zur Erreichung der letzteren gewählt wurde und eingehalten wird; auch bemerkten wir, daß zur Ausführung dieses Plans ähnliche Mittel und Thätigkeiten in Wirkung sind. In jeder dieser Abtheilungen herrscht eine unverkennbare Einförmigkeit in der Zusammensetzung und den

Eigenschaften ihrer Elementargewebe, in der Natur ihrer Lebenskräfte, in der Anordnung ihrer Organe, und in den Gesetzen ihrer Fortpflanzung und Entwickelung. Derselbe Grundsatz der Analogien läßt sich mitten unter zahllosen Modificationen im Einzelnen in allen Familien und Unterabtheilungen, in welche jedes dieser Naturreiche getrennt werden kann, sowohl in der Organisation, als in den Verrichtungen der in denselben zusammengestellten Individuen, ohne alle Schwierigkeit nachweisen; sey es nun, daß wir die Wunder ihres mechanischen Körperbaues untersuchen, oder die Reihe von Processen studiren durch welche Ernährung, Empfindung, willkührliche Bewegung und Fortpflanzung vor sich gehen. Ueberflüssig wäre es, auf's Neue alle die Beispiele im Einzelnen aufzählen zu wollen, welche sich zum Beweise dieser ausgemachten Wahrheit anführen ließen, denn wir müßten nur die zahlreichen Thatsachen wiederholen, welche in Bezug auf jede natürliche Familie der lebenden Wesen bereits in allen Capiteln dieses Buches niedergelegt wurden; und gerade durch diese Analogieen wurde es uns möglich gemacht, jene Thatsachen mit einander zu verbinden und unter allgemeine Gesichtspuncte zu bringen. Wir haben gesehen, daß die Natur bei Erschaffung jeder dieser Familien einen gewissen bestimmten Typus, oder eine ideale Form vor Augen gehabt haben muß, nach welchen sie stets, trotz zahlloser Abänderungen, die durch den Wechsel der äußeren Verhältnisse und Bestimmungen jeder Gattung und Art nothwendig gemacht wurden, eine entschiedene Richtung zeigt, bei der Bildung derselben zu Werke zu gehen. Meistens zeigt es sich, daß sie bei der Grundlage jedes ihrer organischen Bauwerke mit einer genauen Copie der ursprünglichen Musterform begann, sich aber bei dem Ausbau des Organismus von dem ersten Plane in so weit abzuweichen erlaubte, als dies gewisse besondere und letzte Zwecke verlangten, und der verschiedenen Bestimmung der einzelnen Arten organischer Wesen angemessen war. Dies ist nun das hypothetische Princip, welches unter der Benennung Einheit des Bildungsplanes von vielen der ausgezeichnetsten Naturforschern des Festlandes aufgestellt, und nach allen seinen

Richtungen auf das eifrigste verfolgt worden ist. Da aber die hauptsächlichsten Gründe und Thatsachen, worauf sich diese Hypothese stützt, und die Ansichten, welche sie entwickelt, im höchsten Grade unsere Aufmerksamkeit verdienen, so wollen wir dieselben hier kurz angeben, wobei wir zugleich bitten, die Bemerkung voranschicken zu dürfen, daß jene Ansichten für jetzt nur als hypothetisch angesehen werden müssen, und noch keineswegs die Gewißheit mathematischer Grundsätze besitzen.

Die fragliche Hypothese wird hauptsächlich durch die unveränderliche Beständigkeit der Erfahrung unterstützt, nach welcher man in allen zu derselben natürlichen Familie gehörenden Thiere in jedem ihrer organischen Systeme den nämlichen Grundformen der Bildung und Gestaltung begegnet, wenn auch in der äußeren Form der Organe, und den Zwecken, welchen sie dienen, die größte Verschiedenheit stattfindet. Dieses Gesetz wurde in der Osteologie der Wirbelthiere am schlagendsten nachgewiesen; aber seine Wahrheit ergab sich auch aus der Untersuchung des mechanischen Baues der Insecten, Crustaceen und Arachniden, und es scheint, daß sich dasselbe auch auf die Gebilde, welche zu anderen, als mechanischen Verrichtungen dienen, und namentlich auf die dem Nervensysteme angehörigen Organe erstrecke. So hat die Natur Ortsveränderungen der Schlangen nicht nur durch Erschaffung neuer Organe, die dem Typus der Wirbelthiere fremd wären, möglich gemacht, sondern dadurch, daß sie die Rippen zu dieser neuen Function verwendete; und indem sie einer Eidechse Flügel verlieh, hat sie nur dieselben Knochen so verlängert, daß sie den hinzugekommenen weichen Theilen als Stützpuncte dienen können. Als sie den Elephanten mit Stoßzähnen ausrüstete, geschah dies lediglich nur dadurch, daß sie zwei Zähne des Oberkiefers in diese furchtbare Waffe verwandelte, und als sie ihn mit einem Werkzeug zum Ergreifen versah, bedurfte es dazu nur einer größeren Verlängerung der Schnauze.

Das Gesetz der Stufenfolge, nach welchem alle organischen Wesen, selbst die untergegangenen Arten mit eingeschlossen, sich mehr oder weniger in gewisse regelmäßige Reihen

ordnen, ist eine der Folgerungen, die zunächst aus der gerade in Betrachtung stehenden Hypothese hergeleitet worden ist. Man nimmt nämlich an, daß jede neue Copie des Urtypus durch gradweise Entwickelung von Elementen, die in latenter Form im ursprünglichen Keime schliefen, und wie die Natur in ihrer Bahn fortschreitet, erst nach und nach entwickelt werden, eine Vergrößerung des Umfangs ihrer Vermögen und Fähigkeiten erleide. Daher finden wir, daß jede neue Form, welche sich unserm Blicke darbietet, wenn wir die Stufenleiter der Wesen in aufsteigender Ordnung durchlaufen, eine große Verwandtschaft und Aehnlichkeit mit derjenigen zeigt, welche ihr voranging, und ebenso strebt, ihre eigene Züge der auf sie folgenden einzuprägen; daß ferner die spezifischen Merkmale und Kennzeichen der einzelnen Arten allein nur von der verschiedenen Ausdehnung und Richtung der organischen Entwickelungen herrühren, daß endlich die unteren Ordnungen nur bis zu einem gewissen Puncte fortschreiten, und dann stehen bleiben, während die höheren weiter gelangen, und alle beobachteteten Verschiedenheiten von Gestaltung und Vermögen durchlaufen.

Zur weiteren Bestätigung dieser Ansicht wird angeführt, daß diejenigen Thiere, welche die höchsten Stufen in jener Reihe einnehmen, beim Beginnen ihres Lebens Formen zeigen, die mit denjenigen die größte Aehnlichkeit haben, welche die niedersten Thiere derselben Reihe ihr ganzes Leben hindurch unverändert beibehalten; daß sie im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung nach einander die Charactere der einzelnen Familien annehmen, wie diese in aufsteigender Linie einander folgen, so daß die Eigenthümlichkeiten, welche das höhere Thier auszeichnen, wenn es seine letzte und beständige Form und Reife erreicht hat, diejenigen sind, welche es erst in der letzten Periode seiner Embryonenentwicklung erhielt. Eine weitere Folgerung aus dieser Hypothese ist die, daß wir erwarten dürfen, zufälliger Weise in niederen Thieren auf Rudimente von Organen zu stoßen, welche wegen ihrer unvollendeten Entwicklung für das Individuum von keinem oder nur geringem Nutzen sind, die aber für manche höhere Gattung, in welcher sie vollkommen entwickelt

wurden, von bedeutender Wichtigkeit werden. Folgendes sind nun die merkwürdigsten Thatsachen zum Beweise und zur Erläuterung dieser Sätze.

In der Reihe der Gliederthiere, deren unterste Stufe die Anneliden und deren höchste die geflügelten Insekten darstellen, finden wir, daß die Larven der letztern sich oft kaum, sowohl in Betreff der äußerlichen Form, als in Absicht auf den inwendigen Bau, von den Würmern der untern Ordnungen unterscheiden lassen. Denn beide sind entweder mit gar keinen oder nur unvollkommenen Werkzeugen zur Ortsveränderung versehen; beide haben eine und deutliche Gefäßcirculation und vervielfachte Verdauungsorgane; und in beiden sind die Centralstränge des Nervensystems mit zahlreichen Paaren gleichweit von einander abstehenden Ganglien versehen. Beim Wurme bleiben alle diese Kennzeichen und Einrichtungen die daurenden Charactere seiner Ordnung; bei dem Insecte aber werden sie nach und nach verändert und verwischen sich bei seinen fortschreitenden Metamorphosen immer mehr. Der Embryo eines Krebses zeigt ganz die permanente Form eines Tausendfußes (Myriapoda) und der niederen Thiere seiner eigenen Classe, erhält aber bei fortschreitendem Wachsthum neue Organe, während die bereits entwickelten sich mehr und mehr concentriren und zusammenziehen, bis endlich der Embryo, nachdem er alle Uebergangsformen, welche die intermediären Gattungen der Crustaceen auszeichnen, durchlaufen hat, seine letzte Entwicklungsperiode erreicht, und dann die vollendetste Form des seiner Classe eigenthümlichen Typus darstellt. *)

So verschieden auch die Gestalt der Fische, Reptilien, der

*) Diese merkwürdige Analogie läßt sich am leichtesten in den Formen beobachten, welche nach und nach vom Nervensysteme dieses Thieres angenommen werden, das allmählig von dem bei Talitrus zu seiner letzten und größten Concentration und Zusammendrängung in der Maia übergeht. Milne Edwards hat vor Kurzem in den Ortsbewegungsorganen der Crustaceen einen ähnlichen stufenweisen Entwicklungsgang nachgewiesen. (Annal. des Sciences Naturell. XXX, 354.)

Vögel und der warmblütigen Säugethiere auf der Stufe ihrer vollkommenen Entwicklung seyn mag, so lassen sie sich doch im Embryonen-Zustande kaum von einander unterscheiden, und ihre frühere Entwicklung geht eine Zeit lang ganz auf dieselbe Art vor sich. Alle besitzen zuerst die Charaktere von Wasserthieren, und der Frosch behält dieselben eine beträchtliche Zeit lang bei, nachdem er bereits das Ei verlassen hat. Die junge Kaulquappe ist in der That ein Fisch, mögen wir nun die Form und Wirkungsweise ihrer Bewegungsorgane und die Art des Blutumlaufes und der Athmung, oder den Zustand der Centraltheile des Nervensystems betrachten. Wir haben schon früher gesehen, durch welche allmählige und sonderbare Verwandlungen alle jene Eigenthümlichkeiten eines Wasserthieres in die eines vierfüßigen Landthieres übergehen, das mit Lungen zur Athmung der atmosphärischen Luft und mit Füßen zur Bewegung auf der Erde versehen ist, und wie der Kiemenkreislauf im Verhältnisse, wie die Kiemen selbst verwelken und die Lungen entwickelt werden, sich in einen Lungenkreislauf verwandelt. Wenn, während diese Veränderung vor sich geht und noch beide Organe die Athmungsfunction mit einander verrichten, alle weitere Entwicklung aufhören würde, so gäbe dies ein Amphibium, das gleich geschickt wäre, im Wasser sowohl als in der Luft zu leben; und es ist merkwürdig, daß bei Siren und Proteus gerade dieser Zustand das ganze Leben über dauernd stattfindet, und so diese Thiere eine Uebergangsform in den Metamorphosen der Frösche bleibend darstellen.

In der rudimentären Form der Füße bei den Schlangen, welche so unvollkommen entwickelt sind, daß sie stets unter der Haut verborgen bleiben und nicht als Organe zur Fortbewegung dienen können, haben wir ein Beispiel der ersten Stufe eines Entwicklungsprozesses, der, wenn er in den höheren Thieren weiter fortschreitet, die Füße der Säugethiere hervorbringt, und welchen die Natur fast nur mit Rücksicht und im Vorausblick auf diese mehr entwickelte Bildungen begonnen zu haben scheint. Einem noch merkwürdigeren Beispiele derselben Art begegnen wir in den rudimentären Zähnen der jungen Wal-

fische, welche innerhalb der unteren Kinnlade verborgen sind und die später wieder ganz verschwinden, um jenem sonderbaren Filtrirapparate Platz zu machen, welcher den Gaumen dieser Thiere einnimmt, und den die Natur zum Ersatz der Zähne bestimmt hat; gleichsam wie wenn durch neue Zwecke, die erst bei fortschreitender Entwicklung entstehen, die ursprünglich verfolgten zurückgedrängt, und zum Stillstehen gebracht werden könnten.

Auch von den Vögeln, obgleich sie zu einer Lebensweise bestimmt sind, die von der der Fische oder Reptilien sehr abweicht, hat man beobachtet, daß sie in ihrem Embryonen-Zustande Uebergangsformen durchlaufen, welche denen der unteren Thierklassen mehr oder weniger gleichen. So zeigt ihr Gehirn in seiner frühesten Bildungsepoche eine Reihe von Knoten oder Anschwellungen, die gleich denen bei den Fischen, der Länge nach auf einander folgen, und ihren eigenthümlichen Charakter nur in der letzten Entwicklungsperiode erhalten. Auch die Respirationsorgane derselben sind anfänglich bloße Kiemen, welche, wie bei den Fischen am Halse sitzen, woselbst man Kiemenöffnungen antrifft, welche denen der Lamprete und der Haifische ähnlich sind; das Herz und die großen Gefäße sind mit Rücksicht auf die Kiemencirculation gerade so gebildet, wie bei der Kaulquappe, und bei der Umwandlung derselben zum Zwecke der Luftathmung erleiden sie genau dieselben Veränderungen, welche wir bereits bei dem letztgenannten Thiere beschrieben haben.

Nicht weniger sind die Säugethiere, während ihrer ersten Entwicklungsperioden, den nämlichen Metamorphosen unterworfen, die so eben beschrieben wurden; diese beginnen mit der Organisation eines Wasserthieres, und zeigen nicht allein Kiemen, die von Kiemenbögen getragen werden, sondern auch Kiemenöffnungen am Halse; dann aber wird schnell der Uebergang zu derjenigen Körperform gemacht, welche dem Leben auf dem Lande angemessen ist. Die Entwicklung verschiedener Theile des Systems, besonders aber des Gehirns, des Ohrs, des Maules und der Extremitäten erreicht eine höhere Stufe, als bei den Vögeln. Selbst der Embryo des Menschen ist von die-

sen Metamorphosen nicht ausgeschlossen; in einer seiner Entwicklungsperioden zeigt er Kiemen und Kiemenöffnungen, die denen der Knorpelfische ähnlich sind, ein Herz mit einer einfachen Reihe von Höhlen, und ein Gehirn das aus Knoten besteht, die der Länge nach hinter einander liegen *). Zuerst verliert er die Kiemen und bekommt Lungen, während aber die Blutcirculation in der Art noch einfach bleibt, wie dies bei den Reptilien beständig der Fall ist. Dann entsteht ein doppelter Kreislauf, aber nur ein unvollständiges Zwerchfell, wie bei den Vögeln. Endlich erhält er die Gestalt eines vierfüßigen Thieres, jedoch mit einer schwanzförmigen Verlängerung des Heiligenbeins und mit Zwischenkieferknochen; zuletzt wird seine Form der künftigen aufrechten Stellung angepaßt, und die Gehirnhalbkugeln wachsen bedeutend und dehnen sich nach hinten so weit aus, daß sie das kleine Gehirn vollkommen bedecken. So gelangt der ganze Organismus durch stufenweise Veränderungen zu einem Grad von Ausarbeitung und Verfeinerung, welche man mit Recht als die höchste Höhe der organischen Entwicklung angesehen hat, die für keine andere Art irdischer Geschöpfe auch nur von ferne erreichbar ist **).

---

*) Die hier erzählten Thatsachen stützen sich auf die Autoritäten von Rathke, Bär, Huschke, Breschet, u. s. w. Annales des Science Naturelles XV, 266. Vergleiche auch die bereits angeführte Abhandlung von Dr. A. Thomson.

**) Lange Zeit herrschte, selbst bei wohl-unterrichteten Personen, der Glauben ganz allgemein, daß Mißgeburten, Monstra, oder sogenannte lusus naturae nichts anderes seyen, als Grillen der schaffenden Naturkräfte, welche bei diesen Gelegenheiten launisch den gewohnten Weg verlassen, und sich selbst in Hervorbringung grotesker Gestalten, ohne irgend einen bestimmten Zweck, ergötzten. Jetzt aber weiß man, daß alle mangelhaften Bildungen dieser Art durch unvollkommene oder übermäßige Entwicklung einzelner Theile des Embryos hervorgebracht werden, während in den übrigen Theilen des Systems der Entwicklungsprozeß seinen normalen Gang fortgeht; daher geschieht es auch, daß man in diesen Mißbildungen öfters Aehnlichkeiten mit der Form und bleibenden Gestalt einiger niederen Thiere nachweisen

Es muß, wie uns scheint, nach dem bisherigen zugegeben werden, daß die Gründe, auf welche die in Rede stehende Hypothese sich stützt, zahlreich und beweiskräftig genug sind. Allein wir dürfen sehr sorgfältig seyn, die Folgerungen aus derselben nicht weiter auszudehnen, als eine richtige Deutung der Thatsachen selbst zuläßt. Man muß sich dabei stets erinnern, daß die Zahl dieser Thatsachen immer nur eine geringe ist im Vergleiche mit der gesammten Geschichte der thierischen Entwickelung; und daß die Aehnlichkeiten, welche man mit so vielem Scharfsinne aufgefunden hat, nur theilweis sind, und jener Allgemeinheit lange nicht gleichkommen, welche allein die solide Grundlage einer wahren philosophischen Theorie abgeben kann. Wie groß auch immer die scheinbare Aehnlichkeit zwischen zwei Thieren während gewisser Perioden ihrer Entwicklung seyn mag, so bleiben dennoch immer gewisse specifische Verschiedenheiten wahrnehmbar, welche zwischen beiden eine unüberschreitbare Gränzlinie ziehen, und den Uebergang irgend einer Species in eine andere verhindern, so nahe auch dieselben gegenseitig mit einander verwandt seyn mögen. Der wesentliche Character einer Gattung bleibt, mitten unter einer Menge zufälliger Verschiedenheiten, stets beständig und unveränderlich der nämliche. Obgleich stufenweise Annäherungen von größerer oder geringerer Bedeutung zwischen den einzelnen Arten der Pflanzen und Thiere nachgewiesen werden können, so ist doch in keinem Falle die Stufenreihe eine wahrhaft ununterbrochene; denn jede Stufe, so unbedeutend und klein sie auch seyn mag, bleibt in der That ein plötzlich abgebrochener Uebergang von einem Bildungstypus zum andern. In manchen Fällen existirt sogar ein beträchtlicher Zwischenraum, wie z. B. beim Uebergang von den wirbellosen Thieren zu den Wirbelthieren, und

---

kann. Hieraus ergiebt sich weiter, daß auch alle diese scheinbaren Anomalien und Unregelmäßigkeiten mit den oben aufgestellten Gesetzen der organischen Entwicklung in der vollkommensten Uebereinstimmung und Harmonie stehen, und eigentlich nur überzeugende Beweise von der Wahrheit der hier vorgetragenen Ansichten sind.

so überall, wo große Veränderungen in der Natur und dem Wesen der Functionen stattfinden *). Vergeblich führt man dagegen an, daß der ursprüngliche Zusammenhang der Reihe durch einige wenige Gattungen wenigstens angedeutet werde, die gewissermaßen Uebergangscharactere darbieten, wie das neuholländische Schnabelthier zwischen den Vögeln und Säugethieren, und die Walfische zwischen den eigentlichen Fischen und den warmblütigen Vierfüßern; denn dies sind nur abgerissene Glieder einer zerbrochenen Kette, welche zwar allerdings die Einheit des Naturplans zu beweisen vermögen, zugleich aber auch den eigenthümlichen Character einer jeden ihrer schöpferischen Anstrengungen darthun. Das allzueifrige Aufsuchen und Verfolgen von entfernten und oft eingebildeten Analogien hat bei manchen Naturforschern des Festlandes zu unentschuldigbaren Verirrungen geführt; denn die schrankenlose Freiheit, welche der Einbildungskraft in diesen verführerischen Speculationen gestattet wird, ist, indem sie uns weit ab vom Pfade ächter philosophischer Induction führt, eher geeignet, die Fortschritte wahrer Kenntnisse aufzuhalten, als sie zu befördern. Wenn wir aber unsere derartigen Forschungen auf die geeignete Gegenständebeschränken, so werden wir die Täuschungen vermeiden, in welche einer der Anhänger dieser transzendentalen Schule verfallen zu seyn scheint, als er mit Frohlocken verkündigte, daß die einfachen Gesetze, welche er entdeckt habe, nunmehr das ganze Universum zu erklären im Stande seyen **); noch werden wir den eingebildeten Träumereien eines andern Systembauers geneigtes Ohr zu leihen uns veranlaßt finden, der wähnte, durch die Annahme eines der organischen Materie innewohnenden Hanges nach immer steigender Vervollkommnung das

*) Siehe eine Abhandlung Cuvier's über diesen Gegenstandin den Annal. d. Sc. Naturelles, XX, 241.

**) „Die Schöpfung ist nunmehr erklärt, und wir sehen, daß es nur eine kleine Anzahl allgemeiner aber fruchtbarer Gesetze und Ansichten ist, welche uns als Schlüssel dazu dienten," Serres, Annal. d. Sc. Naturell. XI, 50.

Schaffen der göttlichen Allmacht vollständig und klar einsehen und erfassen zu können *).

Sehr verschieden hiervon dachte der bescheidene Sinn des großen Newton's, der, betroffen von der Unermeßlichkeit der Natur, unsere Kenntnisse ihrer Wirkungen und ihrer Gesetze, in welche er doch selbst so tief eingedrungen war, mit denen eines Kindes verglich, das am Gestade des Meeres Kieselsteinchen sammelt. Wie beschränkt ist in der That auch der Kreis unserer Wahrnehmungen, verglichen mit der Größe des Weltalls, und wie weit entfernt sind wir noch von einer Kenntniß des Wesens der Materie, von der Urquelle ihrer Kräfte, und selbst der Gestalt ihrer kleinsten Theilchen! Wie dürftig ist alles menschliche Wissen von den innersten Eigenschaften der unwägbaren Stoffe, des Lichts, der Wärme und der Elektricität, welche den ganzen Raum durchdringen, und einen so mächtigen Einfluß auf alle Naturkörper ausüben! Ohne allen Zweifel umgeben uns von allen Seiten Potenzen von einer noch feineren Art, welche bis jetzt „weder ein Auge sah,

*) Dies ist eine Anspielung auf die berühmte Theorie Lamarck's, welche er in seiner Philosophie Zoologique auseinander gesetzt hat. Er nimmt an, daß es ursprünglich keine Arten und Species gegeben habe, und daß alle gegenwärtigen Gattungen von andern, weniger vollkommen organisirten, durch die innwohnende Neigung zur höheren Entwicklung herstammten, und im Verlaufe der Zeit hervorgebracht worden seyen; er vermuthet auch, daß Infusionsthierchen, welche durch Selbstzeugung aus organischen Molekülen entstanden, durch allmählige Verwandlungen für alle anderen jetzt auf der Erde existirenden Thiere den Ursprung abgegeben hätten. Er glaubt ferner, daß anfängliche Wasserthiere ganz allein durch ihre Bestrebungen und ihr Verlangen zu gehen Füße und Beine erhielten, welche sie zum Einherschreiten auf der Erde fähig machen, und daß diese Glieder durch die lang fortgesetzte Wirkung des Wunsches zu fliegen, in wahre Flügel sich verwandelten, welche diesem Verlangen genügen könnten. Wenn dies Philosophie seyn soll, so ist es eine solche, von der man glauben möchte, sie seye aus dem Collegium von Laputa hervorgegangen.

noch ein Ohr hörte," und von denen wir uns durchaus keinen Begriff oder Vorstellung machen können. Wie lückenhaft sind noch immer unsere Kenntnisse des menschlichen Geistes; wie unbegreiflich ist seine Verbindung mit dem Körper; wie räthselhaft ist sein Ursprung und sein innerstes Wirken! Welche unaussprechliche Wunder würden wir erst zu schauen bekommen, wenn uns ein Blick in jene Geisterwelt erlaubt wäre, welche jetzt noch undurchdringliche Wolken unserm Auge verhüllen.

Der allmächtige Schöpfer unserer Tage, der, als es ihm gefiel, uns mit der Gabe der Vernunft zu segnen, den Vermögen derselben gewisse Grenzen vorzeichnete, gestattet uns durch Uebung jener Kräfte wenigstens einen Theil der wunderbaren Werke, die er aus seiner Hand hervorgehen ließ, kennen zu lernen, und die Merkmale der Weisheit und Güte, die er ihnen beilegte, deuten, und unsere Stimme mit dem allgemeinen Jubel der Wesen vereinigen zu können, das seine Macht, Majestät und Herrschaft verkündet und preißt. Aus derselben allgütigen Hand empfingen wir auch jenen unersättlichen Durst nach Kenntnissen, welchen dieses flüchtige Leben stets unbefriedigt lassen muß; jenes Vermögen moralischer Gefühle und Empfindungen, welche so wenig mit dem gegenwärtigen Zustande der Welt zusammenstimmen; und jenes angeborene Streben nach einer Vollkommenheit, welche in diesem Leben zu erreichen unsere so hinfällige Existenz unmöglich macht. Aber es ist den Sterblichen nicht verliehen worden, den Rath der Allmacht zu erforschen und ihre Wege ergründen zu können, denn wenn er seine Blicke auf die Zukunft wirft, so erlischt die schwache Leuchte seines Verstandes, und verliert sich in einem gränzenlosen Abgrunde. Ob wir gleich in jedem Theile der Schöpfung Absicht und Plan klar erkennen, so steht doch der erhabene Zweck des Ganzen weit über all' unserm Fassungsvermögen. Doch ist es unmöglich, zu glauben, daß dieser ungeheuere Aufwand von Kraft, diese außerordentliche Menge von Einrichtungen und Maschinerien, und das daraus hervorgehende Meer von Leben von Geschlecht zu Geschlecht ohne Schranken verschwendet werden, ohne irgend einen letzten und höchsten Zweck damit zu

beabsichtigen. Ist der Mensch, der von der Güte der Natur begünstigte Liebling, das Meisterstück der thierischen Schöpfung, dessen Geist mit den himmlischen Mächten Gemeinschaft hält, bestimmt, mit den Trümmern seines Körpers unterzugehen? Sind Generationen auf Generationen seiner Gattung verurtheilt, in endloser Reihe auf einander zu folgen, dunkel im Strome der Zeit dahin zu rollen, und keine Spur in diesem pfadlosen Ocean zu hinterlassen? Müssen sich die Werke der göttlichen Allmacht schon mit der gegenwärtigen Scene endigen? Vermögen wir nicht in der Seele des Menschen Spuren noch höherer Vermögen entdecken, zu welchen die, welche wir hienieden besitzen und üben, nur die Vorbereitung und Einleitung sind; Vermögen, gleichsam im Embryonenzustande, die erst in einer andern Welt zur Entwicklung gelangen? Besitzen wir nicht in der Einbildungskraft eine Fähigkeit, die mit den Fesseln unserer körperlichen Organe gar nicht übereinstimmt, und die uns in reinere Lebenszustände versetzt, die frei von den Täuschungen unserer Sinne, und den Schwachheiten unserer Natur sind, durch die Erhebung, zu welcher in der That bewiesen wird, daß jener unstillbare Wissensdurst, und alles jenes eifrige Streben nach dem Moralischguten nicht umsonst in unsere Brust gepflanzt wurde?

Glücklicherweise ist uns jedoch aus höherer Quelle ein reines und himmlisches Licht verliehen worden, zu stützen unsere wankenden Schritte, und aufzurichten unsern bei diesen dunkeln und schwierigen Forschungen ermattenden Geist; ein Licht, das uns solche Wahrheiten enthüllt, die kostbarer sind, als alles Wissen; das der Sittlichkeit eine hohe Weihe giebt, und unsere Hoffnungen und Bestrebungen auf edlere als irdische Zwecke hinlenkt, und uns noch erhabenere Weisen zur Danksagung und zum Preise Gottes kennen lehrt.

Uebersicht

der Classification des Thierreichs

nach Cuvier;

mit Beispielen von Thieren, welche in die einzelnen Classen und Ordnungen dieses Systems gehören.

I. Vertebrata Wirbelthiere.

1. Mammalia, Säugethiere.

Bimana, Zweihänder	Der Mensch.
Quadrumana, Vierhänder. .	Sämmtliche Affen und Meerkatzen.
Cheiroptera, Flatterfüßer. .	Die verschiedenen Arten der Fledermäuse.
Insectivora, Kerfenfresser. .	Igel, Spitzmaus, Maulwurf.
Plantigrada, Sohlengänger.	Bär, Dachs, Vielfraß.
Digitigrada, Zehengänger. .	Hund, Löwe, Katze, Marder, Wiesel, Fischotter.
Amphibia, Robben	Seehund, Wallroß.
Marsupialia, Beutelthiere . .	Opossum, Känguru, Wombat.
Rodentia, Nagethiere	Biber, Ratte, Eichhörnchen, Stachelschwein, Haase.
Edentata, Zahnlose Thiere. .	Faulthier, Ameisenbär, Gürtelthier, Schuppenthier, Schnabelthier.
Pachydermata, Dickhäuter .	Elephant, Schwein, Rhinoceros, Tapir, Pferd.
Ruminantia, Wiederkäuer. .	Kamel, Moschusthier, Rehe und Hirsche, Giraffe, Gazelle, Schaafe, Ziegen, Ochsen.
Cetacea, Wale.	Walfisch, Delphin, Pottfisch.

2. Aves, Vögel.

Accipitres, Raubvögel . . . Adler, Geier, Habicht, Eule.
Passeres, Singvögel . . . . Droſſel, Schwalbe, Lerche, Krähe, Sperling, Zaunkönig.
Scansores, Klettervögel . . Specht, Kukuk, Wiedehopf, Papagei.
Gallinae, Hühnervögel . . Pfau, Faſan, Haſelhuhn, Taube.
Grallae, Stelzenläufer oder Sumpfvögel . . . . . Kibitz, Storch, Schnepfe, Ibis, Flamingo.
Palmipedes, Schwimmvögel: Fettgans, Möven, Pelikan, Ente, Schwan.

3. Reptilia, Lurche.

Chelonia, Schildkröten, Cheloniер . . . . . Die verſchiedenen Arten der Land- und Seeſchildkröten.
Sauria, Eidechſen, Saurier: Krokodill, Eidechſe, Gecko, Chamäleon.
Ophidia, Schlangen, Ophidier: Natter, Viper, Rieſen-, Klapperſchlange, Blindſchleiche.
Batrachia, Fröſche, Batrachier: Kröten, Fröſche, Molche, Proteus, Siren.

4. Pisces, Fiſche.

Acanthopterygii, Stachelflоßer . . . . . Barſch, Makreele, Schwerdfiſch, Meerbarbe.
Malacopterygii, Weichfloßer: Salm, Häring, Karpfe, Wels, Stockfiſch, Scholle, Schiffhalter, Aal.
Lophobranchii, Quaſtenkiemer . . . . . Stachelfiſch, Seedrache.
Plectognati, Plektognaten . . Sonnenfiſch, Rüßelfiſch.
Chondropterygii, Knorpelfiſche . . . . . Lamprete, Haifiſch, Roche, Stör.

I. Mollusca, Weichthiere.

1. Cephalopoda, Kopffüßer: Tintenfisch, Meerspinne, Nautilus.
2. Pteropoda, Flügelfüßer. . Clio, Hyaläa.
3. Gastropoda, Bauchfüßer. Die verschiedenen Wasser- und Land-Schneckenarten.
4. Acephala, Kopflose Weichthiere . . . . . Auster, Muschel, Seescheide, Ascide.
5. Brachiopoda, Armfüßer. . Zungenmuschel, Bohrmuschel.
6. Cirrhopoda, Rankenfüßer. Entenmuschel.

III. Articulata. Gliederthiere.

1. Annelida, Würmer.

Tubicola, Röhrenwürmer. . Wurmröhre, Sabella, Sandköcher.
Dorsibranchia, Rückenkiemenwürmer . . . . . Nereide, Aphrodite, Sandwurm.
Abranchia, Kiemenlose Würmer . . . . . Regenwurm, Blutegel, Naide, Wasserfaden.

2. Crustacea, Schaalthiere.

a) Malacostraca, Schaalthiere mit kalkartigen Hüllen.

Decapoda, Decapoden . . . . Krabbe, Seekrebs, Seeheuschrecke.
Stomatopoda, Stomatopoden . . . . . Squillenkrebs. Phyllosoma.
Amphipoda, Amphipoden. . Wasserassel, Sandhüpfer.
Laemodipoda, Lämodipoden. Walfischlaus.
Isopoda, Isopoden. . . . . Kellerassel.

b) Entomostraca, Schaalthiere mit weichen Hüllen.

Monoculus, Kiefenfuß.

3. Arachnida, Spinnenartige Thiere.

Pulmonalia, Lungenarachniden . . . . . Spinne, Tarantel, Skorpion.

Trachealia, Luftröhrenarachniden . . . . . Weberknecht, Bücherskorpion, Zecken, Milben.

4. Insecta, Kerfthiere.

Aptera, ungeflügelte Kerfe . Vielfuß, Springschwanz, Floh, Laus.
Coleoptera, ächte Käfer . . Roßkäfer, Johanniswurm.
Orthoptera, Geradeflügler. . Heuschrecken, Grillen.
Hemiptera, Halbdeckflügler . Feuerfliege, Blattlaus.
Neuroptera, Netzflügler. . . Stechfliege, Eintagsfliege.
Hymenoptera, Hautflügler . Biene, Weſpe, Ameiſe.
Lepidoptera, Schmetterlinge: Sämmtliche Schmetterlinge und Motten.
Rhipiptera, Fächerflügler . . Xenos, Stylops.
Diptera, Zweiflügler . . . . Fliegen und Mücken.

IV. Zoophyta, Pflanzenthiere.

1. Echinodermata, Stachelhäuter . . . . . Seeſtern, Seeigel.
2. Entozoa, Eingeweidewürmer . . . . . Blaſenwurm, Finne, Bandwurm.
3. Acalephae, Quallen . . . Aktinie, Meduſa, Seeneſſel.
4. Polypi, Polypen. . . . . Armpolype, Korallen, Seefeder, Seeanemone.
5. Infusoria, Infuſionsthierchen . . . . . Brachionus, Vibrio, Eſſigaal, Monade.

Figurenregister

zum

zweiten Bande.

Der Leser wolle vor dem Aufsuchen der Abbildungen auf den Tafeln, dieses Register, welches die Tafeln genau angibt und Erläuterungen enthält, nachschlagen, und die Seitenzahlen als Führer gebrauchen.

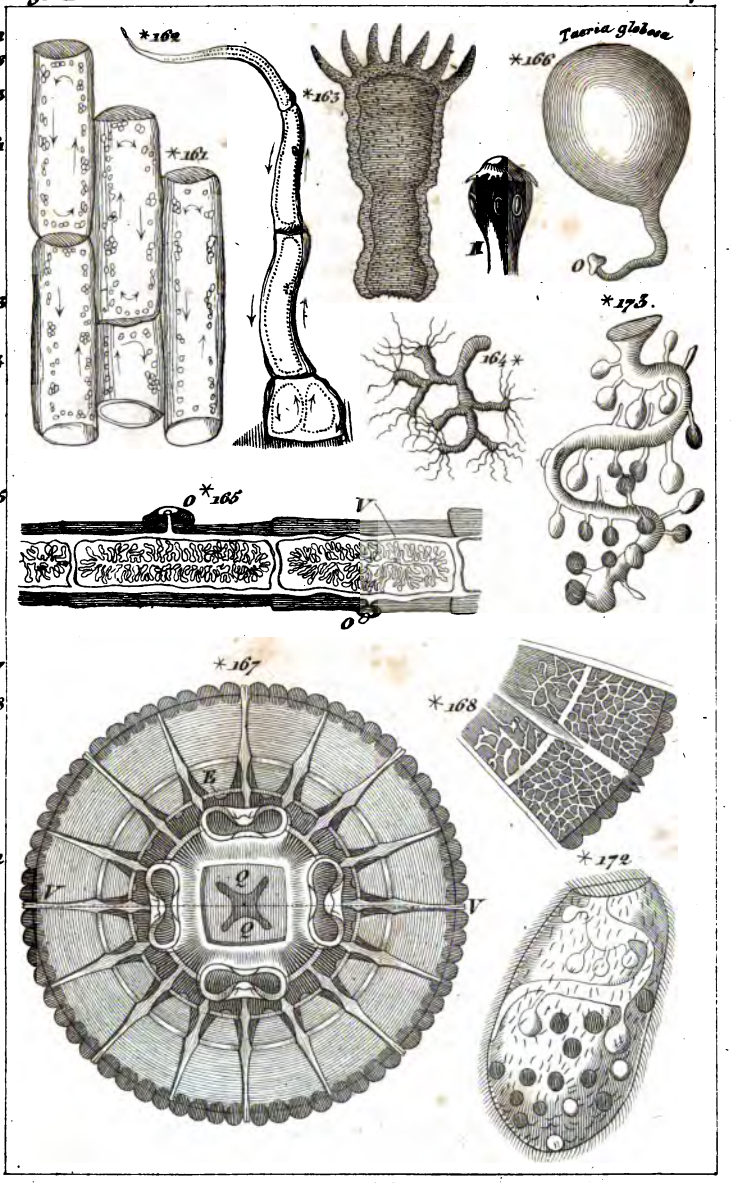
Seite	Fig.		Tafel
39	* 161	Caulinia fragilis, vergrößert (nach Amici) . . .	I.
39	* 162	Tradescantia virginica (Slack)	I.
58	* 163	Längendurchschnitt der Hydra	I.
62	* 164	Siebenköpfige Hydra	I.
64	* 165	Bandwurm	I.
64	* 166	Taenia globosa, Hydatide (Goeze)	I.
67	* 167	Rhizostoma Cuvieri. Peron. (Eyssenhardt) .	I.
68	* 168	deßgl. Randtheil der Scheibe (derſ.)	I.
67	* 169	deßgl. verticaler Durchschnitt (derſ.)	II.
68	* 170	deßgl. Querdurchschnitt eines Arms (derſ.) . .	II.
69	* 171	deßgl. Durchschnitt eines Fühlfaden-Endes (derſ.)	II.
73	* 172	Leucophra potula, vergrößert (Ehrenb.) . . .	I.
73	* 173	deßgl. Nahrungscanal und Cäca (derſ.) . . .	I
75	* 174	Vertical-Durchschnitt der Actinia coriacea (Spix)	II.
76	* 175	Verdauungsgefäße der Asterias (Tiedemann) . .	II.
77	158	Magen des Hirudo officinalis (Roget)	II.
78	159	Mundöffnung desſelben (derſ.)	II.
79	160	Glossopora tuberculata; Hirudo complanata, Lin. (Johnson)	II.
79	161	deßgl. von der untern Seite (derſ.)	II.
80	162	Diagram der Organe der Lebensfunctionen bei Säugethieren (Roget)	III.

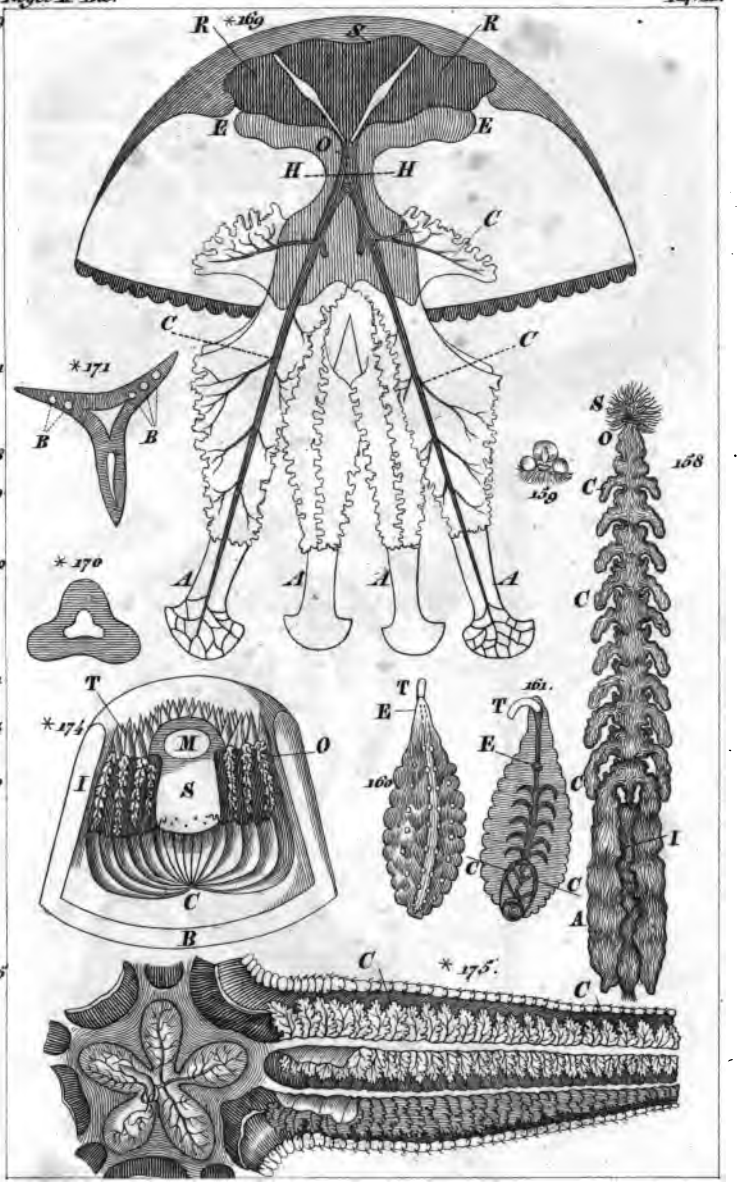
Seite	Fig.		Tafel
91	163	Kinnlade ꝛc. der **Locusta viridissima (Goldfuss)** .	III.
93	164	Fäden, den Rüssel der **Cimex nigricornis** bildend (**Savigny**)	III.
93	165	deßgl. Rüsselscheide	III.
98	166	Mechanismus zum Ausstrecken der Zunge beim Specht (**Roget**)	III.
110	167	Schädel des Tigers (**Cuvier**)	IV.
111	168	Schädel der Antilope (**Pander u. d'Alton**) . . .	IV.
112	169	Schädel der Ratte (dies.)	IV.
113	170	Durchschnitt eines einfachen Zahns (**Rousseau**) .	IV.
114	173	Schneidezahn bei Nagethieren im Längendurchschnitt	IV.
115	171	Reibefläche eines Pferdezahns (**Home**)	IV.
116	172	Reibefläche eines Schafzahns (ders.)	IV.
116	174	Elephanten-Backzahn im verticalen Durchschnitt (**Home**)	IV.
124	176	Folge der Zähne beim Crocodil (**Carus**)	IV.
125	176	(im Buche irrthümlich 177) Zahn der **Coluber nasa** (**Smith**)	IV.
126	177	Querdurchschnitt desselben (ders.)	IV.
127	178	Magen eines Hummers (**Roget**)	V.
128	179	Magen eines Schwans (**Home**)	V.
137	180	Kopf und Magen des Papagei's (ders.)	V.
141	181	Inneres vom Magen des afric. Straußen (ders.) .	V.
141	182	Magendrüsen desselben (ders.)	V.
148	183	Die vier Magen des Schafes (**Carus**)	V.
148	184	Die Haube beim Schaf (**Home**)	V.
149	185	Faltenbildung beim dritten Magen des Ochsen (ders.)	V.
151	186	Innere zellenartige Oberfläche des zweiten Kameelmagens (ders.)	V.
161	187	Nahrungscanal der **Mantis religiosa** (**M. de Serres**)	V.
161	188	Nahrungscanal der **Cicindela campestris** (**Léon Dufour**	VI.
162	189	Nahrungscanal der **Melolontha vulgaris** (ders.) .	VI.
162	190	Nahrungscanal der **Acrida aptera** (**Roget**) . . .	V.
163	191	Vergrößerte Darstellung einer Zahnreihe im Muskelmagen der **Acrida aptera** (ders.)	V.
163	192	Abbild. eines solchen Zahns, von unten betrachtet (ders.)	V.
164	193	Nahrungscanal der Larve der **Sphinx Ligustri** (ders.)	VI.
164	194	„ „ „ Puppe derselben (ders.) . . .	VI.
164	195	„ „ des vollkommenen Insects ders. (ders.)	VI.
166	196	„ „ der **Patella** (**Cuvier**)	VI.

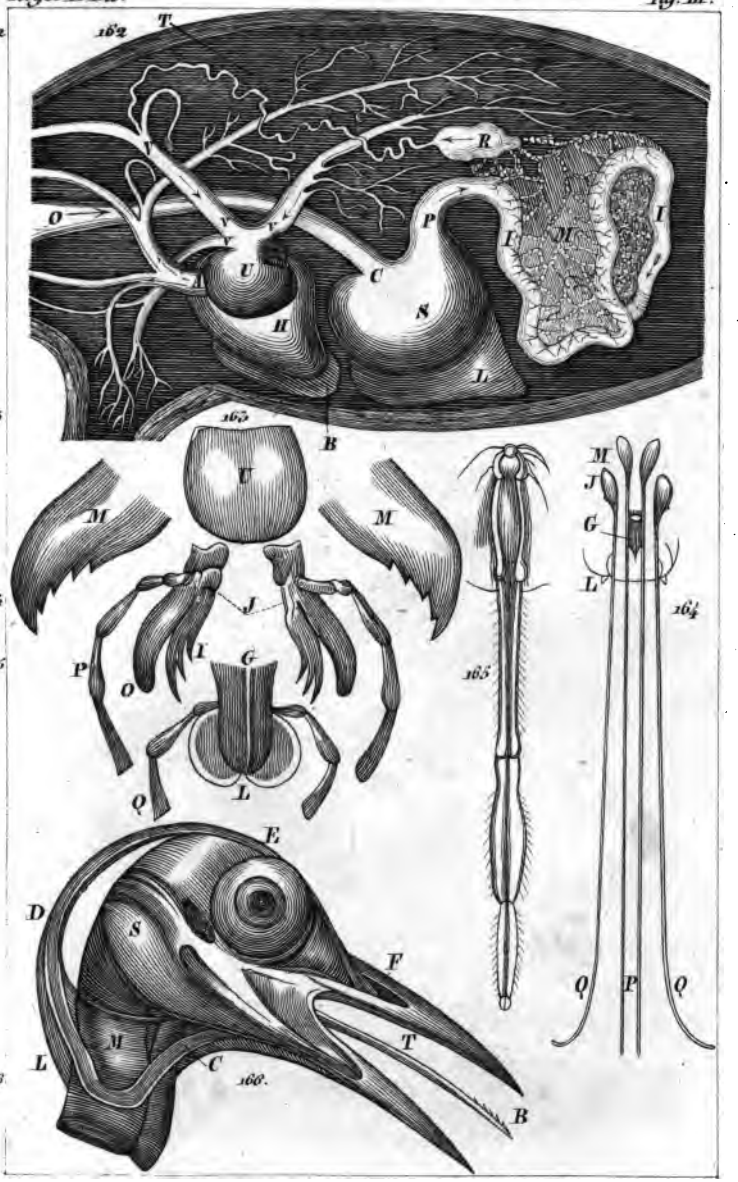
Seite	Fig.		Tafel
166	197	Digestionsorgane des Pleurobranchus Peronii (derſ.)	VI.
180	198	Rückengefäß der Melolontha vulgaris mit ſeinem Muskelapparate (Strauss-Dürckheim)	VII.
182	199.	Klappenapparat im Rückengefäß der melolontha vulgaris (derſ.)	VII.
184	200	Circulation in der Antenne der Semblis viridis (Carus)	VII.
184	201	Gefäßkreislauf der Semblis viridis (derſ.)	VII.
187	202	Seitenanſicht des Rückengefäßes der Sphinx Ligustri (Roget)	VII.
188	203	Vergrößerte Seitenanſicht des vordern Endes des Rückengefäßes derſelben (derſ.)	VII.
189	204.	Daſſelbe von oben betrachtet (derſ.)	VII.
189	205	Die Klappenbildung des Rückengefäßes derſ. (derſ.)	VII.
190	206	Circulation in der Planaria nigra (Dugès)	VII.
192.	207	Circulation in der Erpobdella vulgaris (Morren)	VII.
192	208	Verzweigungen des Bauchgefäßes derſelben (derſ.)	VII.
193	209	Gefäßdilatationen bei dem Lumbricus terrestris (derſ.)	VIII.
196	210.	Das Herz geöffnet zur Darſtellung ſeiner Klappen	VIII.
200	211	Der doppelte Kreislauf	VIII.
202	212	Kreislauf der Maja Squinada (Audouin)	VIII.
203	213	Circulationsgefäße in der Loligo sagittata (derſ.)	VIII.
204	214	Circulationsſyſtem bei den Fiſchen	IX.
205	215	Die Circulation bei den Batrachiern	IX.
208.	216	Die Circulation bei den warmblütigen Thieren	IX.
208	217	Herz des Dugong (Home)	IX.
215.	218	Vene mit den Klappen (Cloquet)	IX.
230.	219.	Herz, Kiemenarterie und Kiemen der Fiſche (Blasius)	IX.
232	220	Reſpirationswerkzeuge des Petromyzon marinus (Bonnaterre)	IX.
237	221.	Tracheen des Carabus auratus (Léon Dufour)	IX.
239	222	Reſpirationsapparat bei dem Scorpio europaeus (Treviranus)	X.
247	223	Luftzellen beim Strauße (Pariſer Academiker)	X.
267	224.	Lymphgefäße	X.
273	225	Durchgang der Nerven durch ein Ganglion	X.
274.	226	Nervengeflecht	X.
295	227.	Antennen der Inſecten (Goldfuss)	XI.
309	(228).	382 Durchſchnitt des rechten Naſenlochs beim Menſchen	XI.
309.	382	Durchſchnitt des rechten Naſenloches beim Menſchen	XI.

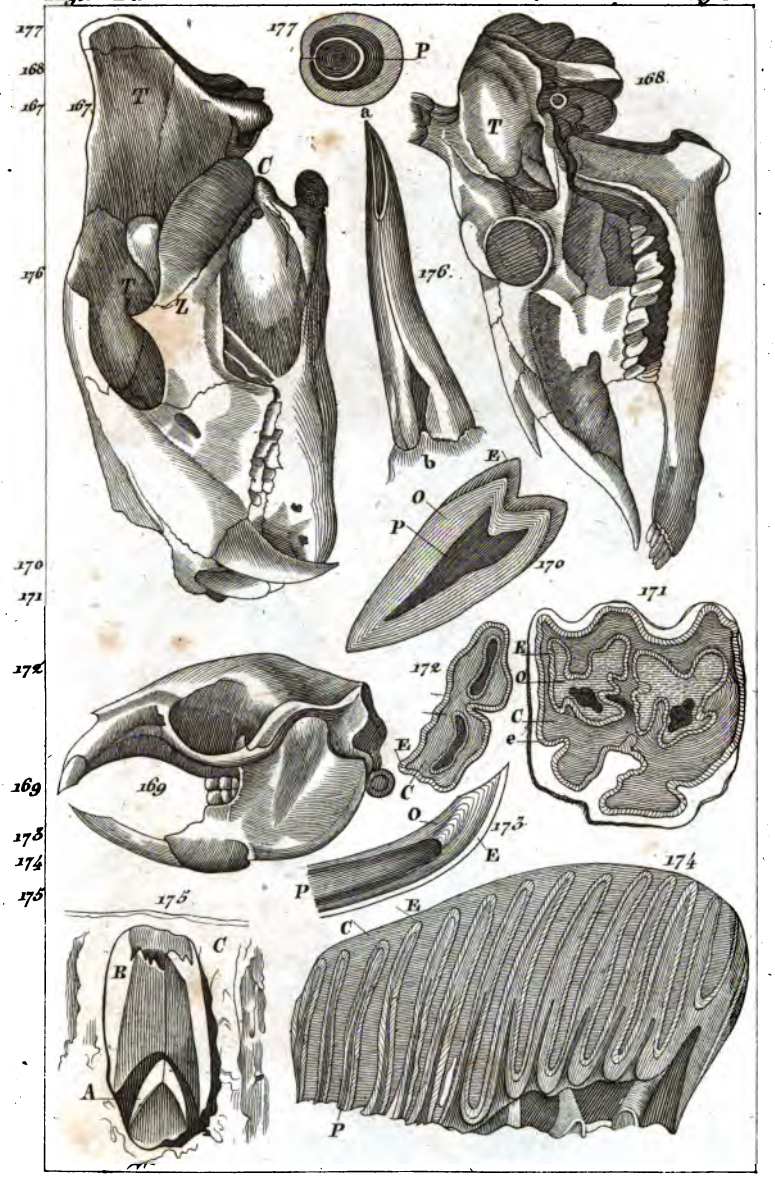
Seite	Fig.		Tafel
312	(229) 386	Nasenmuscheln beim Truthahn (Harwood) .	XI.
312	386	Nasenmuscheln beim Truthahn (Harwood) . . .	XI.
313	(230)	Riechnerven bei der Ente (derſ.)	XII.
313	387	Riechnerven bei der Ente	XII.
326	235	Das menſchliche Ohr (Cloquet)	XII.
330	237	Ossicula auditus; Gehörknöchelchen	XI.
330	238	Ihre Lage in der Trommelhöhle	XI.
331	239	Das Labyrinth, vergrößert (Breschet)	XII.
332	240 (395)	Innerer Bau des Labyrinths (derſ.) . . .	XII.
332	241 (396)	Das häutige Labyrinth mit ſeinen Nerven (derſ.)	XII.
332	395 (240)	Innerer Bau des Labyrinths	XII.
332	396 (241)	Das häutige Labyrinth mit ſeinen Nerven .	XII.
333	242	Kreideartige Subſtanzen im Ohr des Hunds (derſ.)	XII.
333	243	Dieſelben im Ohr des Haſen (derſ.)	XII.
337	244	Das Gehörorgan beim Hummer (Carus) . . .	XII.
338	246	Das Gehörorgan beim Astacus fluviatilis (derſ.) .	XII.
338	247 (402)	Innere Anſicht deſſelben (derſ.)	XII.
338	402	Innere Anſicht des Gehörorgans beim Astacus fluviatilis (Carus)	XII.
340	248	Das häutige Labyrinth bei dem Lophius piscatorius (derſ.)	XIII.
341	250	Ohr des Truthahns (Carus)	XIII.
350	251	Diagram zur Verſinnlichung des Bildererzeugens auf der Netzhaut (Roget)	XIII.
351	252	Einfache Camera obscura	XIII.
353	253	Die Geſetze des Brechens der Lichtſtrahlen . . .	XIII.
354	254	Strahlenconvergenz in einem Focus	XIII.
356	256	Sphäriſche Aberration	XIII.
356	257, 258, 259	Abweichungen der Focus-Diſtanz . . .	XIII.
357	260	Horizontaler Durchſchnitt des rechten menſchlichen Auges (Home)	XIII.
362	262	Thränen-Apparat	XIII.
374	263	Auge der Helix pomatia (Müller)	XIV.
377	264	Stemmata einer Raupe (Marcel de Serres) . .	XIV.
377	265	Auge des Scorpio tunensis (Müller)	XIII.
379	266	Auge der Melolontha vulgaris (Strauss Dürkheim	XIV.
379	268	Durchſchnitt des Auges der Libellula vulgata (Dugès)	XIV.
381	270	Theil vom Durchſchnitt des Auges bei der Melolontha vulgaris (Müller)	XIV.
381	271	Theil vom Durchſchnitt des Auges der Libellula (Dugès)	XIV.

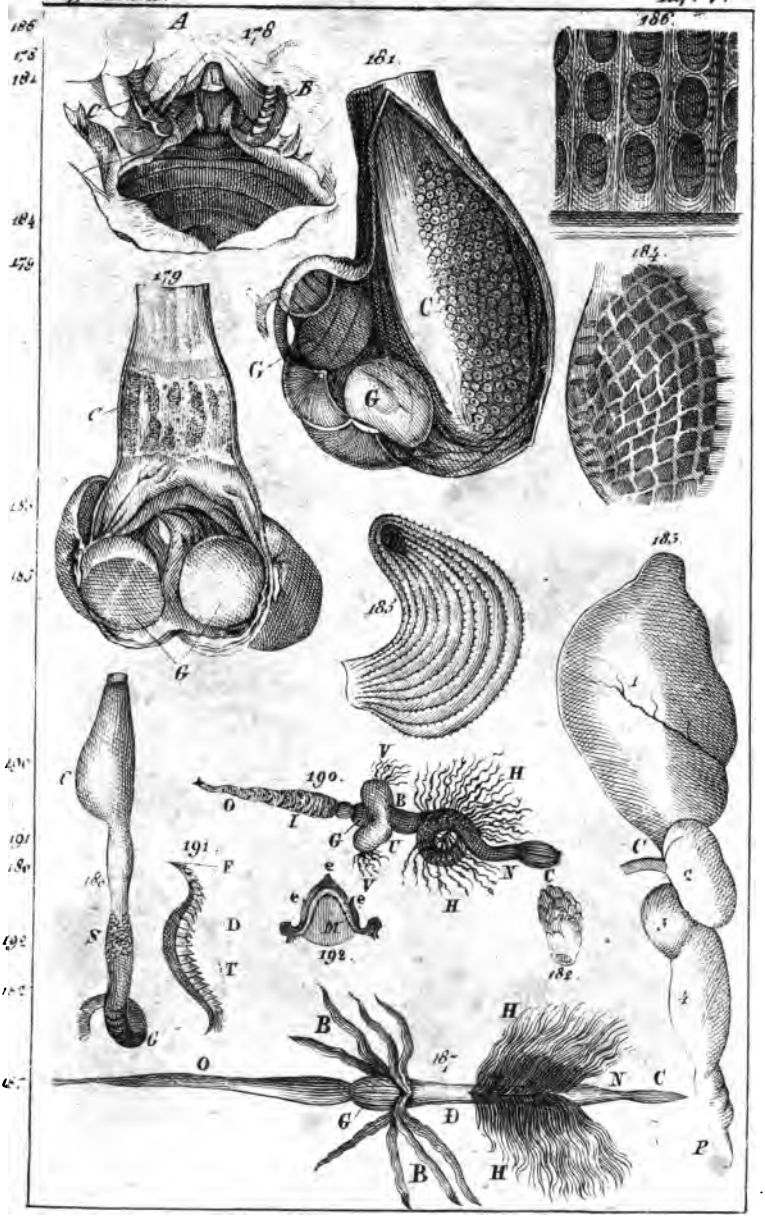
Seite	Fig.		Tafel
381	272	Theil vom Durchſchnitt des Auges der Melolontha vulgaris (Strauss Durkheim)	XIV.
387	273	Das Innere des Auges von Perca fluviatilis (Cuvier)	XIV.
392	275	Durchſchnitt des Auges einer Gans (Home) . .	XIV.
431	282	Nervenſyſtem der Larve der Sphinx ligustri (Newport)	XIV.
431	283	deßgleichen ihrer Chryſalide (derſ.)	XIV.
431	284	deßgleichen des Schmetterlings (derſ.)	XIV.
435	289	Gehirn und Rückenmarksſtrang der Columba turtur (Cuvier)	XIV.
439	301	Verticaler Durchſchnitt des menſchlichen Gehirns (Monro)	XIV.
469	302	Verſchiedene Stadien der Monas	XIII.
469	303	„ „ „ Vorticella	XIII.

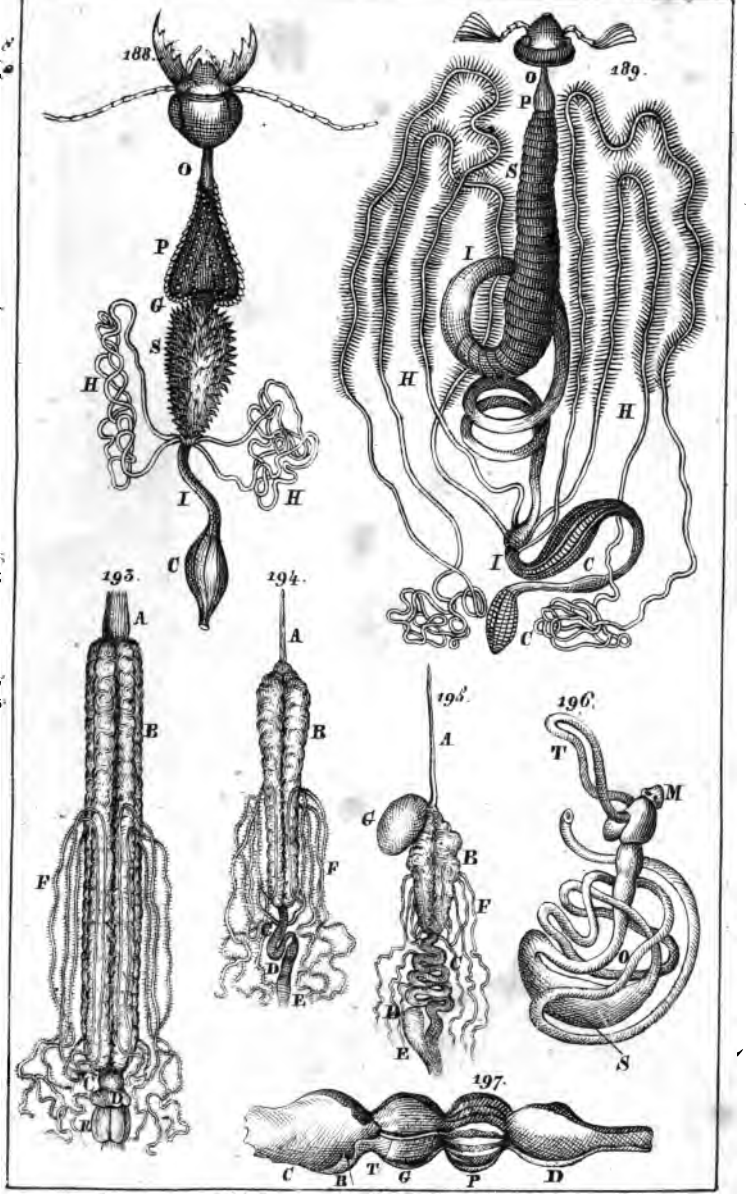

*162
*163
*161
*166
Taeria globosa
O
*173.
164*
*165
O *165
V
O
*167
*168
E
V
Q
Q
V
*172

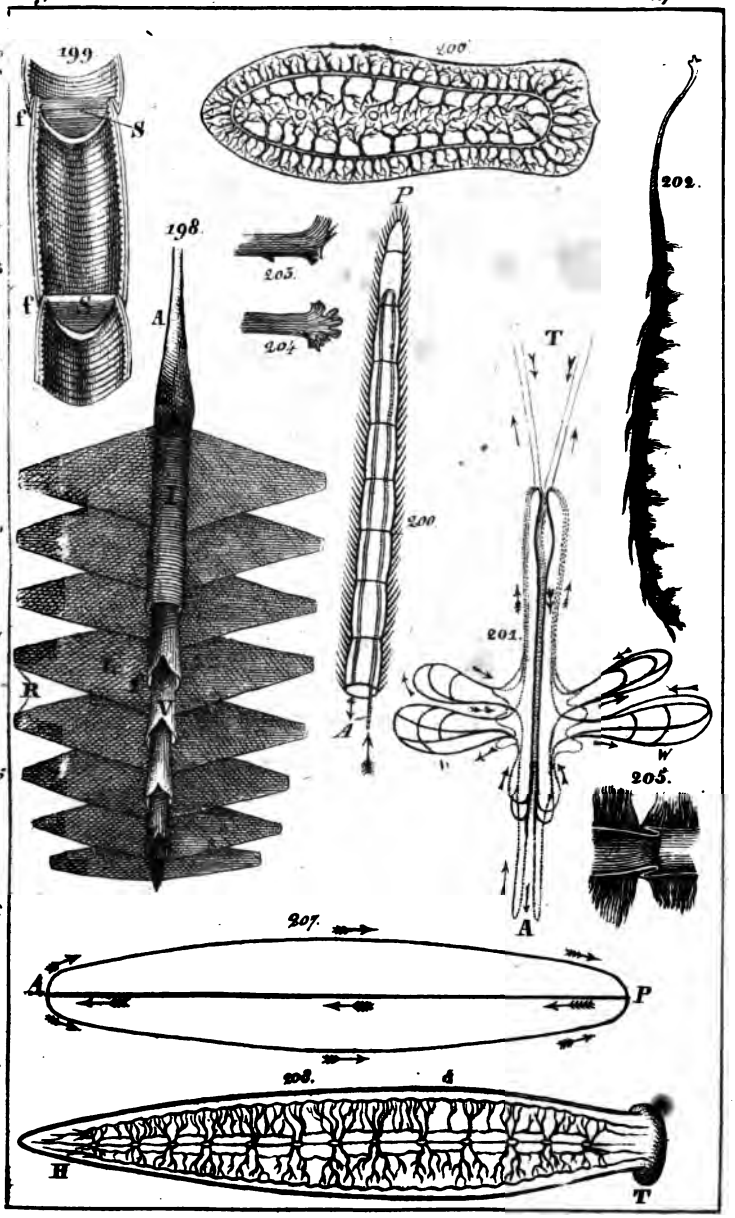

* 169
R
* 169
S
R
E
E
O
H
H
C
C
C
* 171
* 171
B
B
168
169
S
O
168
C
169
* 170
* 170
A
A
A
A
C
C
161
T
* 174
* 174
M
O
I
S
160
C
B
T
E
160
T
161.
E
C
C
C
C
I
A
C
* 175
C
* 175.

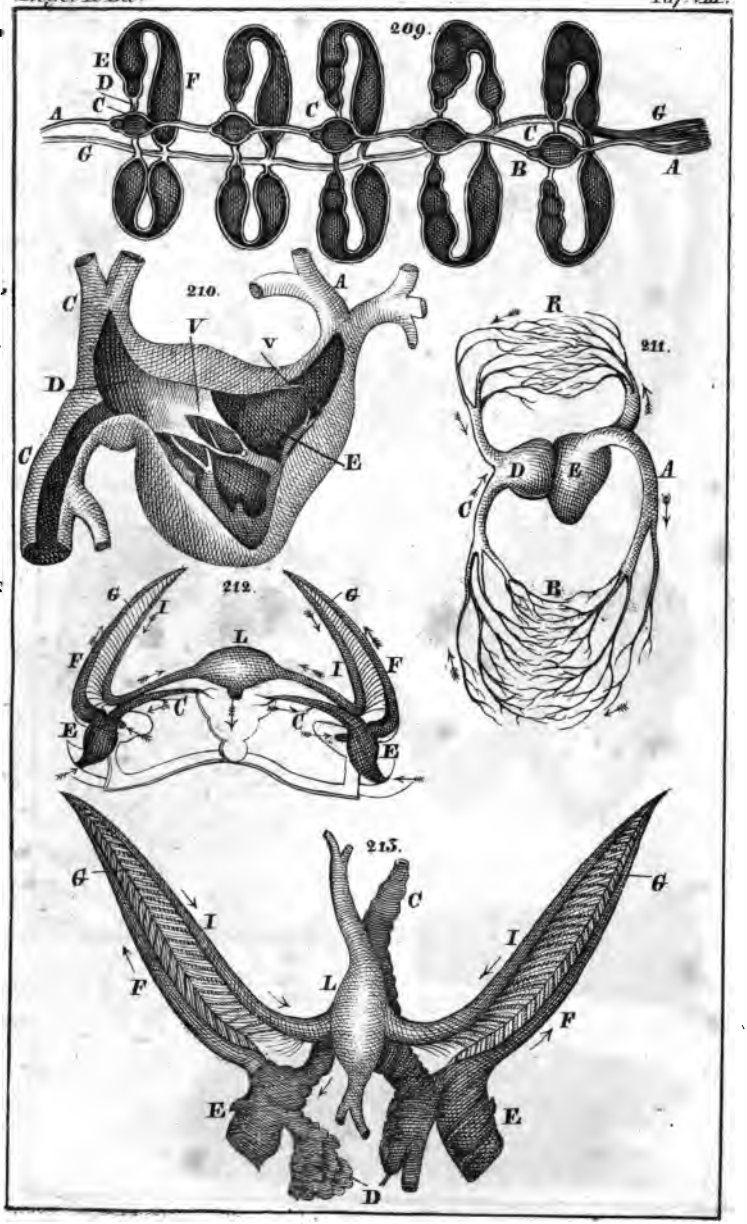

162
T
R
O
P
I
M
U
C
S
H
L
B
163
164
165
166
J
G
L
Q
E
D
F
T
C
M
M
J
G
L
Q
P
Q

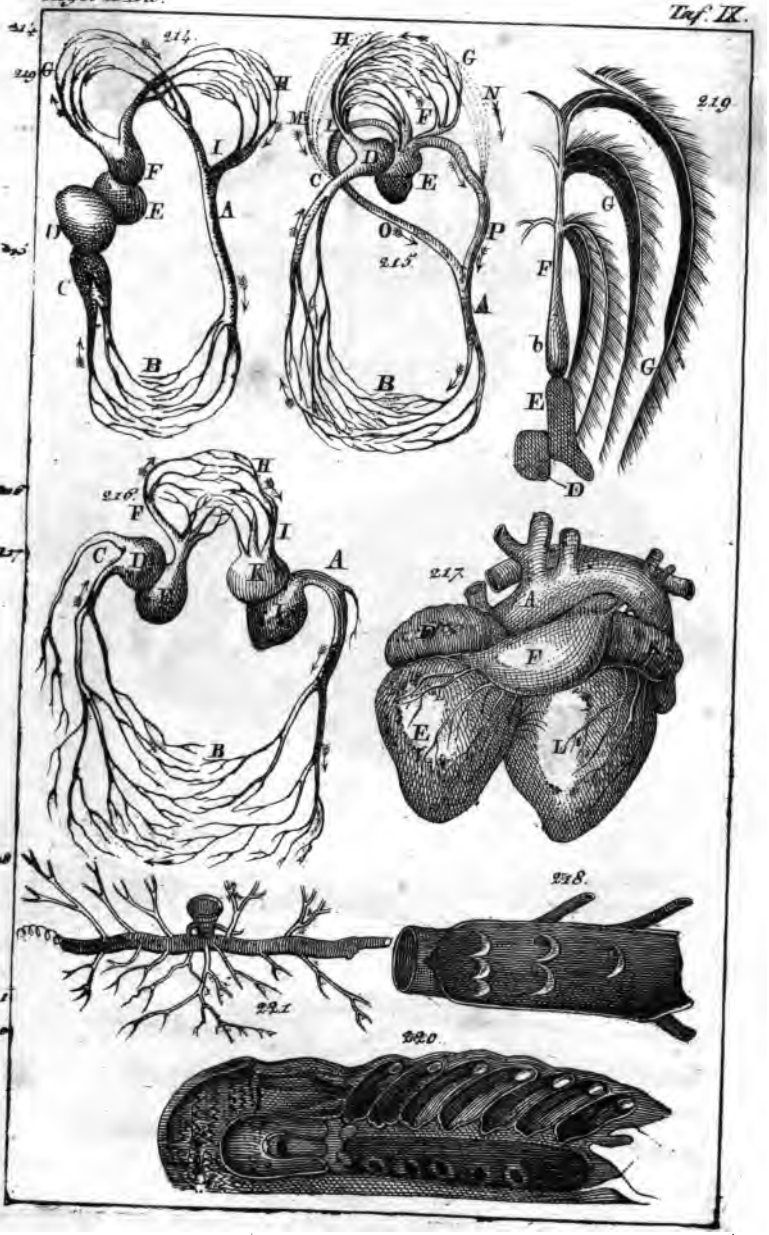

177
168
167
176
170
171
172
169
173
174
175
T
C
L
P
a
b
E
O
e
A
B


A
178
B
C
181
C
G
G
186
184
179
C
G
185
183
C
190
V
H
O
I
B
G
U
N
C
H
191
F
D
T
S
G
e
e
e
M
192
182
C
B
H
O
N
C
G
D
B
H
P


188.
O
P
G
S
H
I
H
C
189.
O
P
S
I
H
H
I
C
C
193.
A
B
F
D
194.
A
B
F
C
D
E
195.
A
G
B
F
C
D
E
196.
T
M
O
S
197.
C
R
T
G
P
D

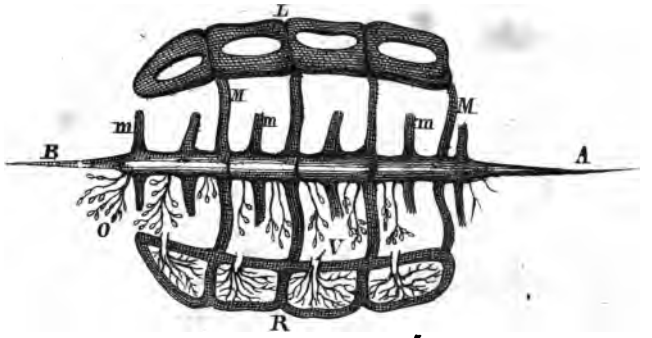

199
200
202
198
203
204
P
T
201
205
207
208
A
P
H
T
R
V
W


209.
E
D
C
F
A
G
C
C
G
B
A
210.
C
A
V
V
D
C
E
211.
R
D
E
A
C
B
212.
G
I
G
L
F
I
F
C
C
E
E
213.
G
C
G
I
I
F
L
F
E
E
D


214.
215.
216.
217.
218.
219.
220.
221.

222

222.

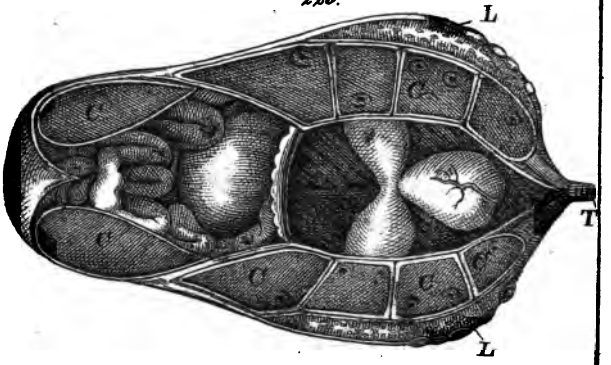


223

223.

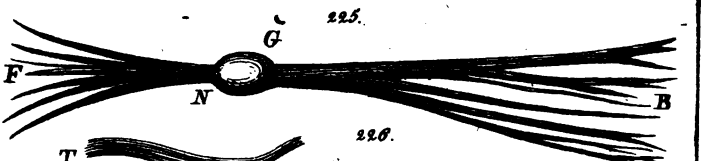
224

224.



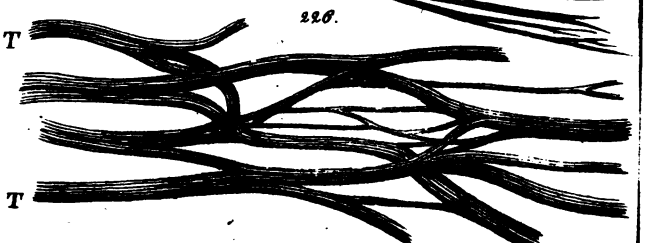
225

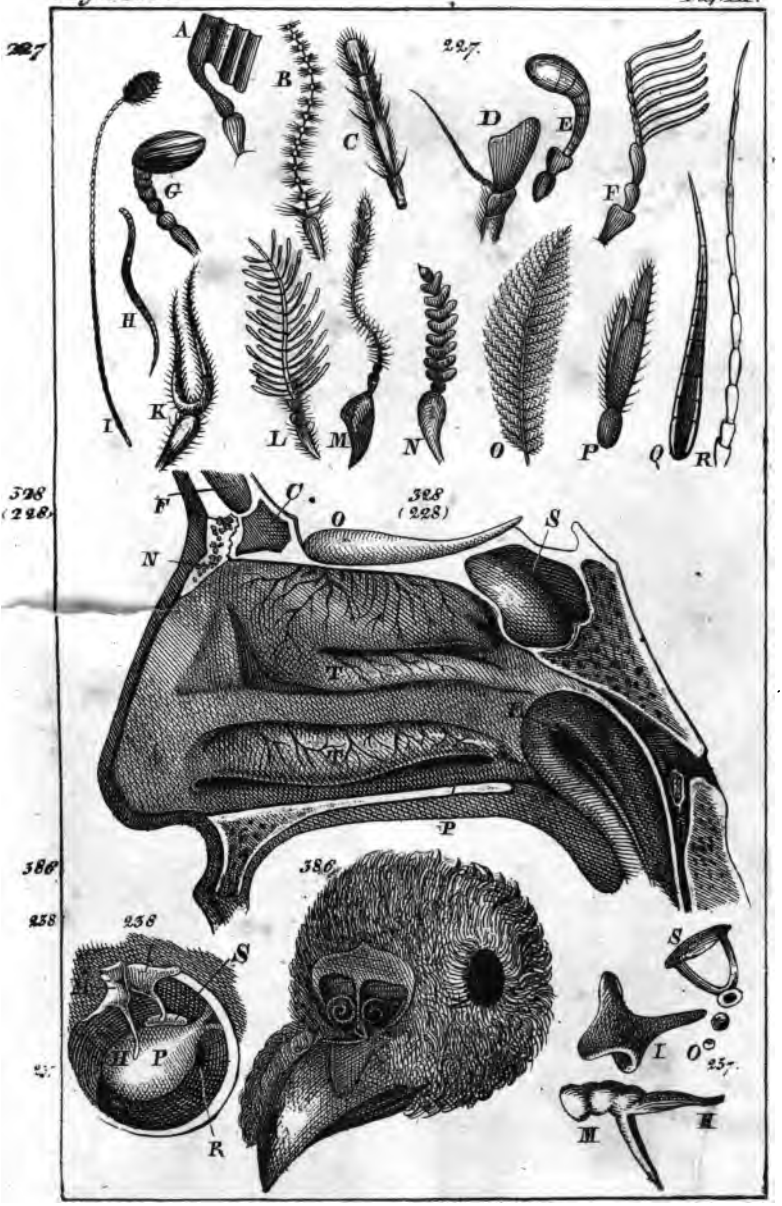
225.

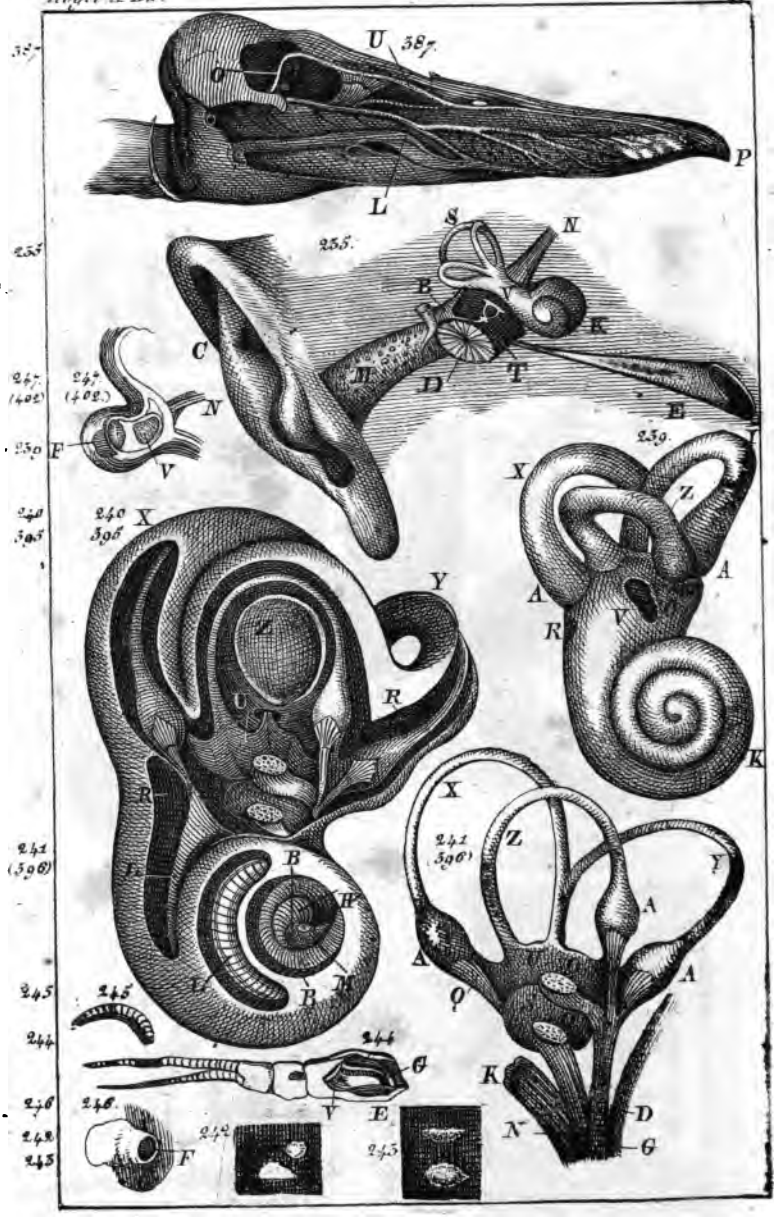


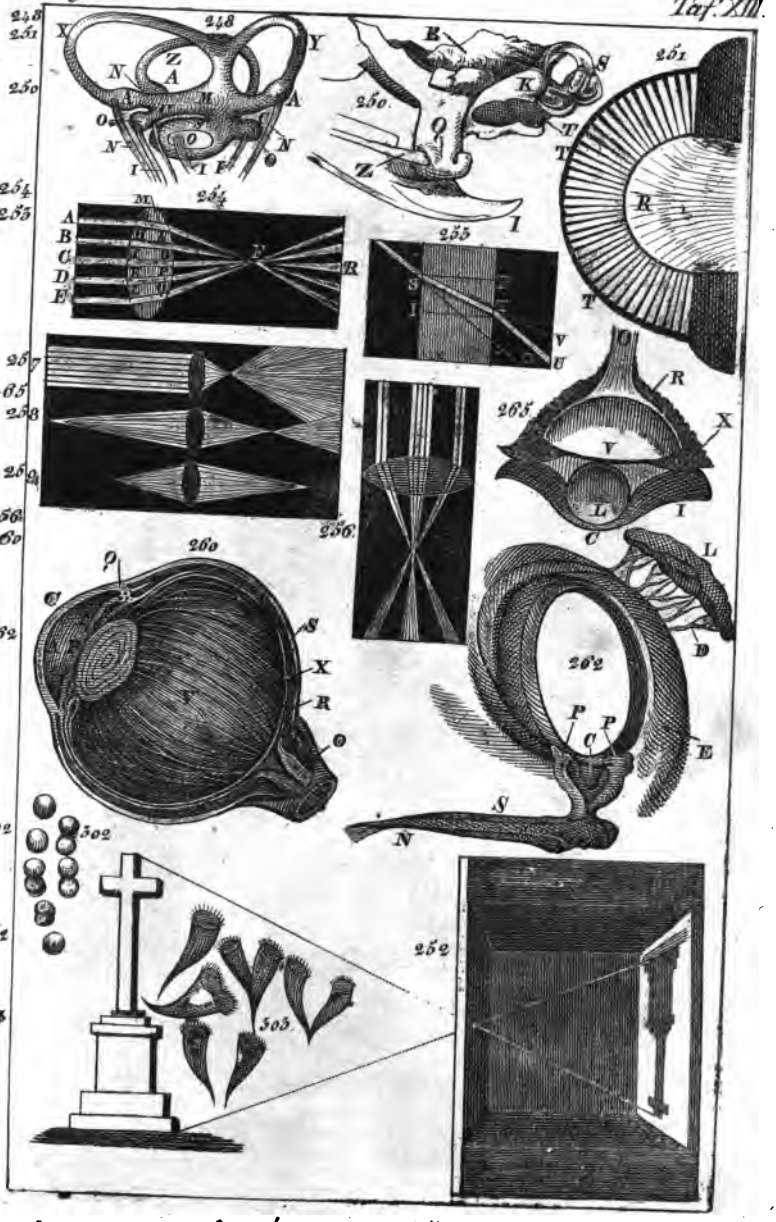
226

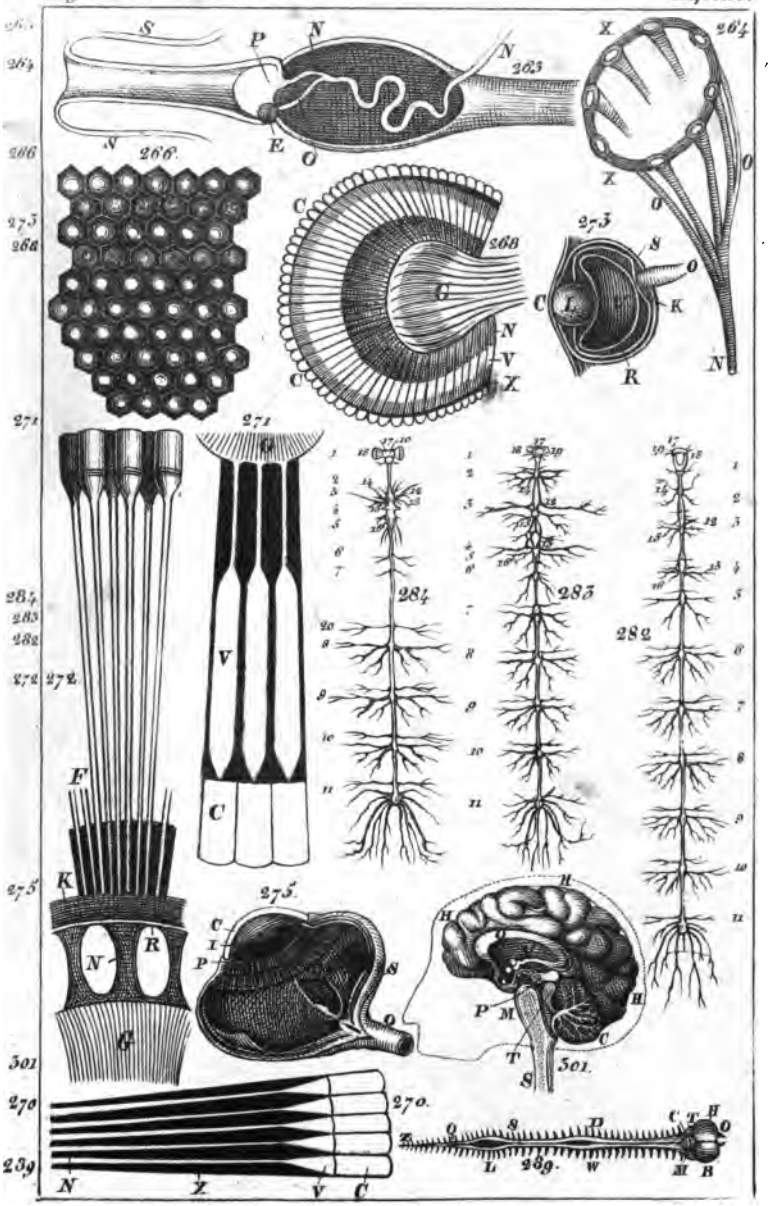
226.




227
A
B
C
227.
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
R
328
(228)
F
C
O
328
(228)
S
N
T
E
T
P
386
386
238
238
S
H
P
R
S
I
O
237.
M
H


387
U
387.
P
L
235
235.
S
N
B
K
C
M
D
T
E
247
(402)
247
(402.)
N
F
V
239
239.
X
Z
A
A
R
V
K
240
395
240
395
X
Y
Z
U
R
R
241
(396)
B
H
L
B
M
X
241
(396)
Z
Y
A
A
A
Q
K
N
D
G
245
245
244
244
G
V
E
246
246.
242
242
243
243
F


248
251
250
254
253
257
265
258
259
256
260
262
302
252
303
X
Y
Z
A
N
M
O
I
F
B
S
K
T
R
V
U
L
C
P
D
E


264
263
266
266.
273
268
268
273
271
271
284
283
282
272
272.
284
283
282
275
275.
301
301.
270
270.
289
289.